Ontario
Recommandations pour
la culture du
GINSENG
Publication 610F
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES

Chaque année, le sous-comité concerné du Comité de la recherche et des services en matière de lutte contre les ennemis des cultures de l'Ontario revoit les pesticides énumérés dans la présente publication. À la connaissance du sous-comité, tous ces pesticides avaient été, en novembre 2000 :

- homologués par le gouvernement fédéral;
- examinés par le Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario; et
- classés par le ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Jeter les éditions périmées de la présente publication.

L'information fournie dans la présente publication est d'ordre général seulement. Tous les pesticides doivent être utilisés conformément au mode d'emploi indiqué sur l'étiquette du produit et au règlement 914 de la *Loi sur les pesticides* (Ontario).

Suivre à la lettre toutes les indications et mises en garde inscrites sur l'étiquette des produits pesticides.

En publiant le présent guide, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario n'offre aucune garantie et n'assume aucune responsabilité en cas de pertes de produits végétaux ou animaux, d'inconvénients pour la santé, de préjudices causés au milieu naturel ou aux personnes par suite de l'utilisation d'un pesticide mentionné dans ce guide.

Déclaration de principe

Dans la majorité des cas, la publication énumère plusieurs produits pesticides efficaces contre chaque maladie ou ravageur étudié. En règle générale, les produits qui présentent le moins de danger ainsi que ceux dont les producteurs se déclarent satisfaits depuis des années ont été placés en tête de liste. Les plus toxiques et les plus nouveaux, moins bien rodés, figurent en fin de liste. Il faut cependant signaler que les produits les plus efficaces sont parfois très toxiques.

Un certain nombre de marques de commerce ont été mentionnées dans le guide pour en faciliter la consultation par le producteur; cela ne veut pas dire que l'on cautionne ces produits ni que des produits similaires vendus sous d'autres marques sont moins efficaces.

Divers facteurs, dont les conditions atmosphériques, influent sur l'efficacité des produits et les dommages qu'ils risquent de causer à la végétation. Il faut donc se référer aux renseignements portés par l'étiquette de chaque produit et à toute autre source d'information concernant ce produit afin de connaître notamment sa compatibilité avec d'autres substances et ses effets selon les conditions du milieu. Les poudres mouillables ou solubles (WP, SP, WDG ou DG) causent généralement moins de tort aux plantes que les concentrés liquides (EC, SC et F).

Santé Canada a fixé des limites maximales en matière de résidus de pesticides. Cependant, les producteurs doivent savoir que les transformateurs et les détaillants de produits agro-alimentaires fixent parfois des normes plus sévères. Ils doivent s'informer auprès des entreprises auxquelles ils comptent vendre leurs produits pour savoir quelles restrictions ou limitations celles-ci appliquent éventuellement. On leur suggère également de tenir un registre de renseignements à jour et précis sur l'usage des pesticides dans chacune de leurs cultures.

Homologation fédérale et classification provinciale

Le ministère de l'Environnement de l'Ontario administre le règlement 914 et la *Loi sur les pesticides* de l'Ontario.

Tous les pesticides vendus et utilisés en Ontario doivent être :

- homologués en application de la *Loi sur les produits antiparasitaires* (Canada); et
- classés conformément à la *Loi sur les pesticides* (Ontario) dans l'une des six annexes du règlement d'application.

Homologation fédérale

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), de Santé Canada, homologue les pesticides à la suite d'une évaluation des données scientifiques pour s'assurer de la valeur et du bien-fondé de chaque produit; elle veille également à ce que la santé humaine et l'environnement ne soient pas mis en danger par les pesticides.

1. **Homologation complète**
   Les pesticides sont généralement homologués pour une période de cinq ans, et l'homologation peut par la suite être renouvelée.
2. **Homologation temporaire**
   L'homologation temporaire est offerte pour une période maximale d'un an et ce, à la condition que le requérant accepte de fournir des renseignements techniques ou scientifiques supplémentaires durant cette période, ou que le pesticide soit utilisé pour une intervention d'urgence en cas d'infestation majeure.

Pour obtenir de plus amples renseignements concernant le système d'homologation fédérale, communiquer avec l'ARLA au 1 800 267-6315 ou à www.hc-sc.ca/pmra-arla.

Classification provinciale

Les pesticides sont classés dans les six annexes du règlement 914, selon leur toxicité, le danger qu'ils présentent pour le milieu naturel ou la santé, la persistance de leur matière active ou de ses métabolites, la concentration et l'usage auxquels ils sont destinés. Ce classement permet de réglementer la distribution, la mise en vente et l'utilisation des pesticides en Ontario. Pour obtenir des renseignements à jour sur la situation d'un pesticide au regard de l'homologation, communiquer avec :

Comité consultatif sur les pesticides de l'Ontario
2300, rue Yonge, Pièce 1203, Toronto (Ontario) M4P 1E4
Téléphone : 416 314-9230; Télécopieur : 416 314-9237
www.opac.gov.on.ca

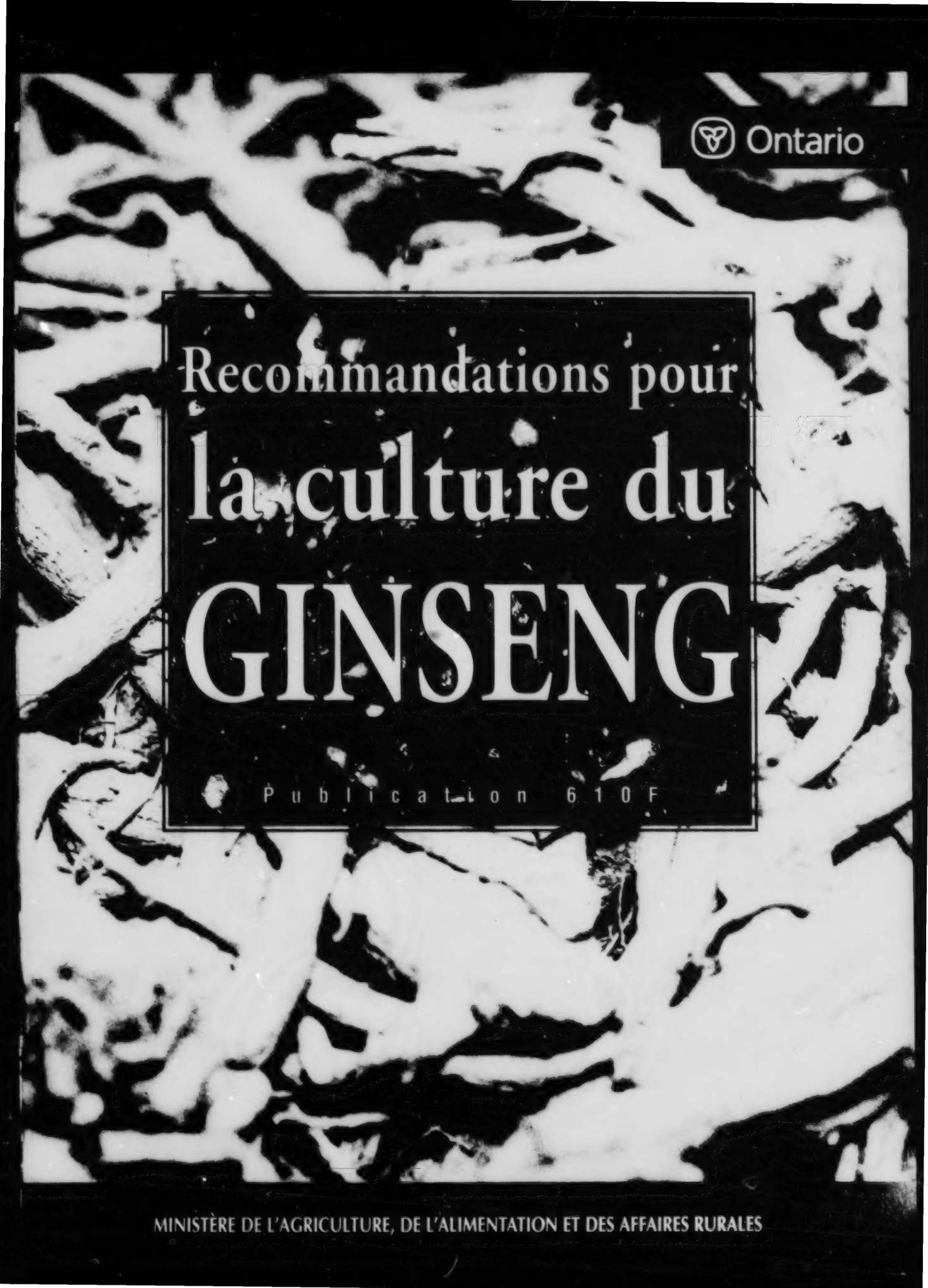
Certificat d'utilisation

Le Règlement 914 de la *Loi sur les pesticides* oblige les agriculteurs à obtenir le certificat délivré à la suite du cours d'utilisation sécuritaire des pesticides avant de traiter sur leur ferme toute culture avec un produit énuméré à l'annexe 1, 2 ou 5, et même avant d'en faire l'achat. Il doit y avoir au moins un agriculteur détenant le certificat d'utilisation sur chaque exploitation agricole.

Depuis janvier 2000, les aides agricoles doivent recevoir une formation sur l'utilisation sécuritaire des pesticides sanctionnée par le ministère de l'Environnement de l'Ontario pour manutentionner tout produit inscrit à l'annexe 2 ou 5, et ils doivent être surveillés par un agriculteur détenant le certificat d'utilisation. Cette procédure s'applique à tous les aides agricoles, notamment les membres de la famille, les employés de la ferme et les employés occasionnels.

Pour obtenir de plus amples renseignements, consulter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à www.ridgetownc.uoguelph.ca/opep/ ou composer le 1 800 652-8573 ou le (519) 674-1580.

This publication is also available in English.


Ontario
Recommandations pour
la culture du
GINSENG
Publication 610F
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES

Vous cherchez des recommandations concernant la lutte antiparasitaire sur le ginseng en Ontario?

Appelez le service Agriphone-ginseng offert par le MAAARO.
On y diffuse un bulletin d'information qui est mis à jour chaque jeudi d'avril à septembre et l'appel est GRATUIT!

Pour entendre le bulletin enregistré, appelez le 1 888 290-4441.

Ou appelez le 1 888 466-2372 pour recevoir le bulletin par télécopieur ou courriel.

Ou consultez le bulletin sur le site Web du MAAARO à
http://www.gov.on.ca/omafra/english/crops/pestupd/index.html#ginseng

Vous pouvez aussi suivre l'actualité concernant les ravageurs et les maladies du ginseng à
http://www.gov.on.ca/omafra/english/crops/whatshot/whatshot.htm#ginseng

À la recherche d'information sur le ginseng sur Internet?
Consultez le site Web consacré à cette culture à
http://www.gov.on.ca/omafra/french/crops/hort/ginseng.html

Ce site donne accès aux fiches techniques, aux articles et aux photos sur la culture, la manutention et la mise en marché du ginseng en Ontario.

Besoin de renseignements techniques et commerciaux?
Appelez le Centre d'information agricole au 1 877 424-1300
ou adressez un courriel à ag.info@omafra.gov.on.ca.

L'information contenue dans le présent ouvrage a été fournie par :
La Division de la phytotechnie du MAAARO
Agriculture et Agroalimentaire Canada
L'Université de Guelph

Les schémas du plant de ginseng et des cycles biologiques des parasites sont l'oeuvre de Tiffany Wybouw.

102-06268/

Table des matières

1. Précautions à prendre avec tous les pesticides

Précautions générales ... 1
Prévention de la contamination des sources d'eau sur la ferme ... 2
En cas d'accident ... 2
Toxicité relative à l'égard de l'opérateur ... 3
Définitions ... 3
Pesticides à toxicité aiguë élevée ... 3
Pesticides à toxicité aiguë modérée ... 3
Pesticides à toxicité aiguë faible ... 3
Pesticides à toxicité chronique ... 4
Retour dans les zones traitées ... 4
Analyse de sang ... 4
Tenue de protection pour les traitements en plein air ... 4
Pourquoi faut-il revêtir une tenue de protection? ... 4
Danger associé à chaque étape ... 4
Réduire le degré d'exposition ... 4
Vêtements de protection ... 5
Respirateur ... 5
Lavage des vêtements de protection ... 5
Vêtements en tissu ... 5
Bottes et gants de caoutchouc, de vynile ou de plastique ... 6
Masque facial, lunettes protectrices et vêtements résistant aux produits chimiques ... 6
Cartouches et filtres de respirateurs ... 6
Renseignements ... 6
Tenue de protection pour l'emploi dans des lieux clos ... 6
Masques à gaz à cartouche ... 6
Masque à gaz autonome ... 6
Autres vêtements de protection ... 6
Conditions de travail ... 6
Fumigants et fumées insecticides employés sous abri ... 6
Fumigants ... 7
Entreposage des pesticides ... 8
Pesticides inscrits aux annexes 1, 2 et 5 ... 8
Élimination des contenants de pesticides et des matériaux contaminés ... 8
Emballages solubles dans l'eau ... 9
Manipulation ... 9
Mélange ... 9
Compatibilité ... 9
Pulvérisateurs ... 9
Technologie des traitements phytosanitaires sur le ginseng ... 10
Pulvérisation par avion ou hélicoptère ... 10
Dérive des pesticides ... 10
Résidus de pesticides dans les cultures à récolter, à consommer ou à pâturer ... 11
Empoisonnement des abeilles ... 11
Concentration des pesticides ... 11
Accréditation des producteurs ontariens en matière de manutention des pesticides ... 12
Formation des aides agricoles en matière de manutention des pesticides inscrits aux annexes 2 et 5 ... 12

2. Gestion des sols et fertilisation

Analyses de sol ... 13
Autres méthodes d'analyse ... 13
Qu'apporte le programme d'analyse de sol du MAAARO à l'agriculteur? ... 13
Prélèvement des échantillons ... 14
Quand échantillonner? ... 14
Analyses de sol faites par des laboratoires non accrédités ... 14
Renseignements sur les laboratoires accrédités ... 15
Analyse de tissus végétaux ... 15
Échantillonnage ... 15
Préparation de l'échantillon ... 15
Analyses portant sur les oligo-éléments ... 16
Contamination ... 16
Échantillonnage du sol ... 16
Recommandations d'engrais ... 16
Acidité du sol et chaulage ... 16
Pouvoir tampon ... 16
Qualité de la chaux agricole ... 16
Indice agricole de la chaux ... 17
Profondeur du labour ... 18
Diminuer le pH du sol ... 18
Azote ... 18
Phosphore et potassium ... 18
Magnésium ... 19
Oligo-éléments ... 19
Prévenir et corriger les carences en manganèse ... 19
Prévenir et corriger les carences en zinc ... 20
Réduction des quantités d'engrais recommandées ... 20
Fertilisation réduite après l'enfouissement de légumineuses ... 20
Fumier ... 21
Analyse du fumier ... 21
Valeur à long terme du fumier ... 22
Besoins des cultures ... 22
Biosolides ... 23
Calibrage des épandeurs ... 23
Préoccupations environnementales soulevées par le fumier ... 23
Engrais ... 24
Sels solubles dans les terres agricoles ... 24
Toxicité des engrais chimiques ... 25
Engrais azotés ... 25
Engrais phosphatés ... 26
Engrais potassiques ... 26
Engrais contenant des oligo-éléments ... 26
Engrais foliaires ... 26
Gestion de la matière organique du sol ... 26
Cultures couvre-sol ... 27
Graminées ... 27
Ray-grass (annuel, d'Italie, vivace) ... 27
Céréales de printemps ... 27
Sorgho-Soudan ... 28
Seigle d'automne ... 28
Blé d'automne ... 29

Légumineuses 29
Vesce velue 29
Trèfle rouge 29
Mélilot 30
Dicotylédones autres que les légumineuses 30
Sarrasin 30
Radis oléagineux 30

3. Exigences édaphiques du ginseng

Introduction 31
Choix du terrain 32
Besoins nutritifs 32
pH 32
Matière organique 32
Type de sol 32
Gestion de l'eau 33
Profilage du terrain 33
Étude topographique 33
Élimination de l'eau excédentaire 33
Lutte contre le compactage des dérayures 33
Rouille de la racine 33
Préparation du terrain 34
Lutte contre les mauvaises herbes — Cultures de couverture 34
Fumigation 34
Formation des planches et ensemencement 34
Gestion de la température du sol et de l'humidité 35
Gestion de l'ombrage 35

4. Floraison du ginseng et développement des graines

Fleurs de ginseng 37
Formation des fleurs 37
Pollinisation 37
Baies et graines de ginseng 37
Développement de l'embryon 37
Embryon de ginseng 37
Taille des graines 38
Épreuves permettant de vérifier la qualité des semences de ginseng 38
Semis 38
Levée du ginseng 39
Taux de semis 39
Peuplement 39
Suppression des fleurs du ginseng 39
Effets de la suppression des fleurs 39
Développement des boutons floraux 39
Croissance des racines 40
Supprimer ou non les inflorescences — Comment décider 40
Hypothèses préalables 40
Interprétation de la matrice 40

5. Récolte et manutention des semences et des racines

Récolte et manutention des semences de ginseng 41
Récolte des baies du ginseng 41
Dépulpage des baies de ginseng 41
Manutention des semences vertes 41
Stérilisation de la surface des semences 41
Stratification des semences de ginseng 41
Stratification en terre 42
Stratification hors de terre 42
Récolte des racines de ginseng 42
Ginsénosides et polysaccharides 42
Âge des racines 43
Taille et forme des racines 43
Date de la récolte et teneur en matière sèche 43
Date de la récolte et teneur en amidon 43
Date de la récolte et couleur de la racine 43
Date de la récolte et teneur en ginsénosides 43
Conditionnement des racines de ginseng 43
Avantages du conditionnement des racines 43
Température de conditionnement des racines 43
Température de conditionnement des racines et teneur en matière sèche 43
Température de conditionnement des racines et teneur en amidon 44
Température de conditionnement des racines et teneur en ginsénosides 44
Température de conditionnement et couleur des racines 44
Longueur du conditionnement des racines 44
Séchage des racines de ginseng 44
Température de séchage et teneur en ginsénosides 44
Température de séchage et teneur en amidon 44
Température de séchage et couleur des racines 44

6. Maladies et ravageurs

Nématodes 45
Insectes 46
Vers-gris 46
Méthodes culturales 46
Méthodes chimiques 46
Punaise à quatre raies — *Poeciocapsus lineatus* (Fabricus) 46
Méthodes culturales 47
Méthodes chimiques 47
Cochenille dorée — *Asterolecanium arabidis* (Signoret) 47
Tordeuses — *Archips purpurana* (Clem.), *Argyrotaenia velutinana* (Wlk.) (tordeuse à bandes rouges) 48
Cochenilles farineuses — *Acanthococcus dubius* 48
Perce-tiges 49
Mauvaises herbes 49
Lutte en présemis 49
Mauvaises herbes introduites 49
Ravageurs généraux 49
Limaces 49
Rongeurs 50
Lutte contre les maladies 50
Technologie de la pulvérisation 50
Résistance aux fongicides 51
Causes 51
Prévention 52
Moment du traitement 52
Dose 52
Couverture 52
Rotation 52
Taux de semis 52
Gestion de l'eau 53
Pratiques de fertilisation 53
Circulation de l'air 53
Désinfection du matériel 53
Maladies des inflorescences et des baies 53
Alternaria panax 53
Botrytis cinerea 53
Blanc 54
Maladies de la semence de ginseng 54

Maladies et affections post-récolte chez le ginseng 55
Stries rouges 55
Moisissure de la racine 55
Moisissure *Rhizopus* 55
Moisissure *Geotrichum* 55
Profil des maladies 55
Fonte des semis de ginseng due à *Pythium* 55
Le champignon et ses symptômes 55
Facteurs favorisant la maladie 56
Méthodes de lutte contre la maladie 56
Méthodes culturales 56
Méthodes chimiques 58
Maladies du ginseng dues à *Rhizoctonia* 58
Le champignon et ses symptômes 58
Facteurs favorisant la maladie 60
Méthodes de lutte contre la maladie 60
Méthodes culturales 60
Méthodes chimiques 60
Pourridié phytophthoréen et brûlure phytophthoréenne du ginseng (mildiou du ginseng) 60
Le champignon et ses symptômes 60
Facteurs favorisant la maladie 62
Méthodes de lutte contre la maladie 62
Méthodes culturales 62
Méthodes chimiques 63
Maladies du ginseng dues à *Alternaria* 63
Le champignon et ses symptômes 63
Facteurs favorisant la maladie 65
Méthodes de lutte contre la maladie 65
Méthodes culturales 65
Méthodes chimiques 65
Brûlure botrytique chez le ginseng 66
Le champignon et ses symptômes 66
Facteurs favorisant la maladie 66
Méthodes de lutte contre la maladie 68
Méthodes culturales 68
Méthodes chimiques 68
Maladies du ginseng dues à *Cylindrocarpon* 68
Le champignon et ses symptômes 68
Facteurs favorisant la maladie 69
Méthodes de lutte contre la maladie 69
Méthodes culturales 69
Méthodes chimiques 70
Rouille de la racine 70
Troubles abiotiques du ginseng 70
Stress de chaleur 70
Pollution de l'air 70
Intoxication par le bore 70
Dérive des embruns d'herbicide 71
Résidus d'herbicide dans la cuve du pulvérisateur 72
Engrais foliaires mélangés aux fongicides 72

7. Recommandations pour la lutte contre les ennemis du ginseng

TABLEAU 7–1. Fumigation de présemis 73
TABLEAU 7–2. Lutte contre les insectes dans le ginseng 73
TABLEAU 7–3. Lutte contre les mauvaises herbes dans le ginseng 74
TABLEAU 7–4. Lutte contre les rongeurs 74
TABLEAU 7–5. Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario 75
TABLEAU 7–6. Trempage des semences dans une solution de formaldéhyde 76

8. Annexes

ANNEXE A. Réglementation des exportations de ginseng 77
ANNEXE B. Service de diagnostic 78
ANNEXE C. Certificats phytosanitaires 79
ANNEXE D. Autres ressources 80
ANNEXE E. Laboratoires d'analyse de sol accrédités en Ontario 81
ANNEXE F. Bureaux de contrôle des pesticides — Ministère de l'Environnement de l'Ontario 82
ANNEXE G. Système métrique 83

9. Planches en couleurs 85

Tableaux

1. Précautions à prendre avec tous les pesticides

TABLEAU 1–1. Toxicité des produits mentionnés dans la publication 610F 4
TABLEAU 1–2. Fournisseurs de matériel de sécurité 7
TABLEAU 1–3. Toxicité relative des insecticides pour les abeilles 12

2. Gestion des sols et fertilisation

TABLEAU 2–1. Analyses de sol reconnues par le MAAARO 13
TABLEAU 2–2. Quantité de chaux nécessaire pour corriger l'acidité du sol, basée sur le pH et le pouvoir tampon 17
TABLEAU 2–3. Exemple de calcul de l'efficacité de la chaux 17
TABLEAU 2–4. Besoins en phosphore du ginseng cultivé sur terre minérale 18
TABLEAU 2–5. Besoins en potassium du ginseng cultivé sur terre minérale 18
TABLEAU 2–6. Interprétation des résultats sur le manganèse 19
TABLEAU 2–7. Interprétation des résultats sur le zinc 20
TABLEAU 2–8. Réduction des besoins d'azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses 20
TABLEAU 2–9. Quantités moyennes d'éléments nutritifs biodisponibles par type de fumier 21
TABLEAU 2–10. Niveaux approximatifs d'azote ammoniacal assimilable par type d'élevage 22
TABLEAU 2–11. Pourcentage estimatif des pertes d'azote ammoniacal attribuables aux conditions atmosphériques et édaphiques 22
TABLEAU 2–12. Calibrage des épandeurs de fumier 23
TABLEAU 2–13. Densité de différents types de fumier 23
TABLEAU 2–14. Calcul de la distance de sécurité minimum par rapport aux cours d'eau 24
TABLEAU 2–15. Engrais — Éléments nutritifs primaires 25
TABLEAU 2–16. Engrais — Éléments secondaires et oligo-éléments 25
TABLEAU 2–17. Interprétation des résultats de conductivité du sol 26
TABLEAU 2–18. Propriétés des plantes couvre-sol cultivées en Ontario 28

4. Floraison du ginseng et développement des graines

TABLEAU 4–1. Taux de semis et peuplement obtenu (avec une germination à 100 %) 39
TABLEAU 4–2. Matrice de décision — Suppression des inflorescences 40

6. Maladies et ravageurs

TABLEAU 6–1. Réglage du pulvérisateur à rampe 50
TABLEAU 6–2. Désinfection du matériel 53
TABLEAU 6–3. Détection rapide des maladies chez le ginseng 71

7. Recommandations pour la lutte contre les ennemis du ginseng

TABLEAU 7–1. Fumigation de présemis 73
TABLEAU 7–2. Lutte contre les insectes dans le ginseng 73
TABLEAU 7–3. Lutte contre les mauvaises herbes dans le ginseng 74
TABLEAU 7–4. Lutte contre les rongeurs 74
TABLEAU 7–5. Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario 75
TABLEAU 7–6. Trempage des semences dans une solution de formaldéhyde 76

Figures

3. Exigences édaphiques du ginseng

FIGURE 3–1. Ginseng d'Amérique du Nord, *Panax quinquefolius* : Racines, feuilles, inflorescence, fleur, graines. 31

4. Floraison du ginseng et développement des graines

FIGURE 4–1. Inflorescence de ginseng portant simultanément des boutons floraux, des fleurs et des baies 37
FIGURE 4–2. Germination de la graine de ginseng 38

6. Maladies et ravageurs

FIGURE 6–1. Cycle biologique de *Pythium* chez le ginseng 57
FIGURE 6–2. Cycle biologique de *Rhizoctonia* chez le ginseng 59
FIGURE 6–3. Cycle biologique de *Phytophthora* chez le ginseng 61
FIGURE 6–4. Cycle biologique de *Alternaria* chez le ginseng 64
FIGURE 6–5. Cycle biologique de *Botrytis* chez le ginseng 67

Planches en couleurs

PLANCHE 1. Profilage du terrain pour l'évacuation de l'eau 85
PLANCHE 2. Disparition de plants sur le passage de l'eau 85
PLANCHE 3. Stagnation d'eau dans les dérayures 85
PLANCHE 4. Façonnage des planches ou billonnage 85
PLANCHE 5. Charrue de billonnage 85
PLANCHE 6. Semoir 85
PLANCHE 7. Paillage des planches de ginseng 86
PLANCHE 8. Ombrière basse en lattis de bois 86
PLANCHE 9. Ombrière basse à filet 86
PLANCHE 10. Embryon de ginseng 86
PLANCHE 11. Semence infectée par *Rhizoctonia* 86
PLANCHE 12. Semence infectée par *Pythium* 86
PLANCHE 13. Semence infectée par *Fusarium* ou *Cylindrocarpon* 87
PLANCHE 14. Sporodochies sur le tégument de la graine 87
PLANCHE 15. Pourriture bactérienne des semences 87
PLANCHE 16. Récolte des baies de ginseng 87
PLANCHE 17. Dépulpage des baies de ginseng 87
PLANCHE 18. Semences vertes 87
PLANCHE 19. Caisse de semences de ginseng 88
PLANCHE 20. Semences de ginseng stratifiées 88
PLANCHE 21. Vérification de la caisse de semences 88
PLANCHE 22. Récolte des racines de ginseng 88
PLANCHE 23. Conditionnement des racines de ginseng 88
PLANCHE 24. Machine à tambour pour le lavage des racines 88
PLANCHE 25. Racines de ginseng non lavées 89
PLANCHE 26. Racines de ginseng lavées 89
PLANCHE 27. Plateaux de séchage 89
PLANCHE 28. Séchoir 89
PLANCHE 29. Racines de ginseng séchées 89
PLANCHE 30. Racines de ginseng séchées — Couleur interne 89
PLANCHE 31. Altération due à une température de séchage trop élevée 90
PLANCHE 32. Stries rouges de la racine 90
PLANCHE 33. Stries rouges — Image grossie 90
PLANCHE 34. Coupe transversale de la racine — Stries rouges 90
PLANCHE 35. Infection transmise dans le séchoir — *Rhizopus* 90
PLANCHE 36. *Rhizopus* sur racines séchées 90
PLANCHE 37. Infection transmise dans le séchoir — *Geotrichum* 91
PLANCHE 38. Galles causées par le nématode cécidogène 91
PLANCHE 39. Plantules attaquées par des vers-gris 91
PLANCHE 40. Punaise à quatre raies sur pied de menthe 91
PLANCHE 41. Punaise à quatre raies 91
PLANCHE 42. Dégâts de la punaise à quatre raies sur plantule 91
PLANCHE 43. Dégâts de la punaise à quatre raies sur plants âgés 92
PLANCHE 44. Utilisation d'une culture-piège — Menthe 92
PLANCHE 45. Cochenille dorée du ginseng 92
PLANCHE 46. Dégâts de la cochenille dorée sur le ginseng 92
PLANCHE 47. Dommages de la tordeuse sur le ginseng 92
PLANCHE 48. Larve de la tordeuse du ginseng 92
PLANCHE 49. Cochenille farineuse du ginseng 93
PLANCHE 50. Oothèques de la cochenille farineuse 93
PLANCHE 51. Dommages de la cochenille farineuse sur le ginseng 93
PLANCHE 52. Céréales spontanées au milieu du ginseng 93
PLANCHE 53. Dommages des limaces sur feuilles de ginseng 93
PLANCHE 54. Pourriture pythienne 93
PLANCHE 55. Disparition de plants causée par la rhizoctonie 94
PLANCHE 56. Rhizoctonie sur plants de 2 ans 94
PLANCHE 57. Rhizoctonie sur racines âgées 94
PLANCHE 58. Rhizoctonie sur racines de plantules 94
PLANCHE 59. Dégâts de la rhizoctonie sur racines de 2 ans 94
PLANCHE 60. Fonte des semis due à *Rhizoctonia* 94
PLANCHE 61. Pourridié phytophthoréen 95
PLANCHE 62. Pourridiés — *Cylindrocarpon* et *Phytophthora* 95
PLANCHE 63. Symptômes du pourridié phytophthoréen sur les parties aériennes 95
PLANCHE 64. Symptômes du pourridié phytophthoréen à un stade avancé 95
PLANCHE 65. Brûlure phytophthoréenne 95
PLANCHE 66. Pourridié phytophthoréen dans une zone humide 95
PLANCHE 67. Lésion de la tige due à *Alternaria* 96
PLANCHE 68. Lésions foliaires dues à *Alternaria* 96
PLANCHE 69. Défoliation du ginseng due à *Alternaria* 96
PLANCHE 70. Brûlure alternarienne de l'inflorescence 96
PLANCHE 71. Sclérotes de *Botrytis* 96
PLANCHE 72. Brûlure botrytique de l'inflorescence 96
PLANCHE 73. Brûlure botrytique de l'inflorescence — Stade avancé 97
PLANCHE 74. Propagation de *Botrytis* par contact 97
PLANCHE 75. Brûlure botrytique des feuilles 97
PLANCHE 76. Brûlure botrytique des feuilles 97
PLANCHE 77. Lésions dues à *Botrytis* sur racines de ginseng 97
PLANCHE 78. Pourridié dû à *Cylindrocarpon* 97
PLANCHE 79. *Cylindrocarpon* sur racines de plantules 98
PLANCHE 80. *Cylindrocarpon* sur racines de deux ans 98
PLANCHE 81. Symptômes foliaires du pourridié dû à *Cylindrocarpon* 98
PLANCHE 82. Symptômes foliaires du pourridié dû à *Cylindrocarpon* — Stade avancé 98
PLANCHE 83. Maladie de l'évanouissement 98
PLANCHE 84. Début d'infection de la racine due à *Cylindrocarpon* 98
PLANCHE 85. Infection à *Cylindrocarpon*, à mi-hauteur de la racine 99
PLANCHE 86. Symptômes de la rouille de la racine 99
PLANCHE 87. Lésions de la rouille de la racine sur racine âgée 99
PLANCHE 88. Lésions superficielles de la rouille de la racine 99
PLANCHE 89. Rhizoctonie sur racines âgées 99
PLANCHE 90. Rouille de la racine, sur collet 99
PLANCHE 91. Taches foliaires papyracées 100
PLANCHE 92. Dommages causés par la pollution de l'air 100
PLANCHE 93. Intoxication par le bore 100
PLANCHE 94. Dommages causés par des embruns d'herbicide 100
PLANCHE 95. Brûlure foliaire causée par un herbicide 100
PLANCHE 96. Brûlure foliaire causée par un engrais 100

1. Précautions à prendre avec tous les pesticides

Précautions générales

- Avant de commencer à manipuler des pesticides, dire à quelqu'un de son entourage où l'on va travailler et quels produits on va utiliser. Afficher près du téléphone le numéro du centre antipoisons le plus proche.
- Pendant la manipulation des pesticides, avoir constamment à portée de main de l'eau propre et une combinaison protectrice de rechange pour le cas où l'on répand du produit sur soi.
- Toujours lire l'étiquette avant d'ouvrir un contenant de pesticide et observer toutes les mises en garde et consignes de sécurité.
- Prendre en note les noms usuels de tous les pesticides que l'on manipule, surtout de ceux qui sont classés dangereux dans la présente publication. S'assurer que les autres membres de la famille savent où se trouve la liste en cas d'accident.
- Ne jamais fumer, chiquer ou manger pendant la manipulation ou la pulvérisation de pesticides. Ne jamais garder de tabac ou d'aliments dans les poches des vêtements utilisés pendant une pulvérisation.
- Changer de tenue et se laver avant de manger.
- Porter une tenue protectrice complète pendant la manipulation et le mélange des pesticides concentrés, le rinçage des contenants vides ou les interventions sur le pulvérisateur. La tenue complète comprend une capuche imperméable, une combinaison de travail, des gants et des bottes résistant aux produits chimiques et des lunettes de sécurité.
- Porter un respirateur pendant la manipulation des pesticides à toxicité élevée ou extrême ou des formulations très pulvérulentes. Ne jamais porter de masque à poussière. Ces types de masques ne protègent pas contre les pesticides. Porter un respirateur pendant la manipulation des produits volatils ou gazeux. Si ces gaz sont extrêmement dangereux ou manipulés dans un endroit clos, le port du masque à gaz autonome est de rigueur. Suivre à la lettre le mode d'emploi indiqué sur l'étiquette du produit.
- Employer un dispositif anti-refoulement qui empêche le contenu de la cuve de retourner à la source quand on puise l'eau dans un puits, un étang, un cours d'eau ou d'autres sources.
- Préparer les mélanges en cuve à au moins 50 mètres du puits, de l'étang ou du cours d'eau. Rincer les contenants vides trois fois ou les rincer au jet sous pression et verser le liquide de rinçage dans la cuve du pulvérisateur. Ne préparer que la quantité de bouillie nécessaire au traitement prévu. Après avoir terminé le mélange et rempli la cuve, laver les gants et les bottes avec de l'eau propre et du savon avant de les retirer.

Toujours lire le mode d'emploi du produit et observer toutes les consignes de sécurité.

- Pour faire les pulvérisations, utiliser un tracteur avec cabine équipée d'un filtre à charbon pour protéger les voies respiratoires. Ne pas contaminer l'intérieur de la cabine du tracteur en y entrant avec des vêtements et des accessoires contaminés par les pesticides.
- Pendant les travaux de réglage ou de réparation du pulvérisateur, porter le type de respirateur recommandé en fonction du produit utilisé, ainsi que des gants et des bottes résistant aux produits chimiques et une capuche imperméable.
- Pendant l'utilisation d'un pulvérisateur à jet porté ou d'un nébulisateur, ou si le tracteur n'a pas de cabine, porter le respirateur approprié, une combinaison de travail et une capuche imperméables, des gants et des bottes résistant aux produits chimiques. Une fois le traitement terminé, nettoyer les zones du tracteur qui ont été touchées par la pulvérisation de même que la tenue protectrice. Ne pas réutiliser le tracteur sans avoir revêtu une tenue protectrice, à moins qu'il n'ait été décontaminé.
- Pendant une application de fumigant en plein champ, avoir sous la main un respirateur pour le cas où l'on ait à intervenir sur le matériel ou que les points d'injection, mal refermés, laissent le fumigant s'échapper.
- Quand la pulvérisation est terminée, se laver les mains à l'eau et au savon avant de pénétrer dans des locaux où ne doivent pas rentrer de pesticides. Prendre un bain ou une douche pour débarrasser la peau de tout dépôt de pesticide. Ne rien toucher dans la maison avant le bain ou la douche.

Prévention de la contamination des sources d'eau sur la ferme

Puits, étangs et eaux de surface peuvent être contaminés par des pesticides. Tout doit être mis en oeuvre pour éviter que cela ne se produise. La contamination des eaux de surface avec des pesticides est un délit. Afin d'empêcher que cela ne se produise :

- Rassembler les pesticides dans un entrepôt cadenassé situé au-dessus de la plaine d'inondation.
- Écraser et jeter les contenants après les avoir vidés et rincés trois fois à l'eau courante (ou une fois avec un jet d'eau sous pression).
- Retourner les contenants en plastique ou en métal vides à un fournisseur qui participe à un programme de recyclage. Les sacs vides peuvent être brûlés ou jetés dans un dépotoir.
- Pendant le mélange des pesticides et le remplissage du pulvérisateur il faut garder une distance d'au moins 50 m de tout point d'eau.
- Prévoir des zones tampons et des talus appropriés pour éviter de contaminer les eaux de surface des puits, des étangs et des cours d'eau.
- Éviter de remplir les appareils de pulvérisation à partir de sources d'eau potable. S'il faut absolument remplir la cuve à partir d'un puits, d'un lac, d'une rivière ou de toute autre source d'eau de surface, utiliser obligatoirement un dispositif anti-refoulement.
- Garder une distance de 10 m entre les puits peu profonds et le site de pulvérisation (5 à 10 m pour les autres sources d'eau) lorsque les conditions sont idéales. Prévoir une distance plus grande lorsqu'il y a du vent. Cesser toute pulvérisation lorsque la vélocité du vent atteint 10 km/h.

En cas d'accident

1. Toujours se protéger soi-même d'abord.

- Ne pas devenir une autre victime. Toujours porter une tenue protectrice et des accessoires de sécurité avant d'entrer dans une zone contaminée ou de manipuler une personne intoxiquée par des pesticides.
- Retirer immédiatement les vêtements qui sont imprégnés de pesticide, se laver ou prendre un bain et enfiler des vêtements frais.

2. Vérifier si la victime respire.

Si la victime ne respire pas :

- Placer sa tête de façon à dégager le plus possible ses voies respiratoires et vérifier si elle respire.
- Si la victime ne se met pas à respirer, administrer la respiration artificielle jusqu'à ce qu'elle se mette à respirer d'elle-même.
- Ne pas se contaminer soi-même, surtout si le visage de la victime est souillé de pesticide ou de vomissures. Utiliser un écran facial à clapet anti-reflux. Ne pas respirer l'air exhalé par la victime.
- Exécuter les manoeuvres de réanimation cardio-respiratoire si l'on ne sent plus le pouls de la victime, mais seulement si l'on a reçu la formation appropriée.

Si la victime respire, mais est inconsciente :

- La placer dans la position de récupération (sur le côté avec la tête tournée légèrement d'un côté). Si la victime vomit, tâcher de dégager les voies respiratoires.

3. Faire cesser l'exposition au pesticide.

Emporter la victime hors de l'endroit contaminé. Lui retirer tous les vêtements contaminés. Laver à l'eau et au savon les régions de la peau qui ont été exposées au pesticide.

4. Relever les quatre données fondamentales.

- Le nom du pesticide. Chercher l'étiquette, le contenant ou le reste de pesticide.
- La quantité. À combien de produit la victime a-t-elle été exposée?
- Le mode de contamination. Comment le pesticide est-il entré dans le corps? Par la bouche, la peau/yeux ou les poumons?
- La durée. Combien de temps s'est écoulé depuis que la victime a été exposée au pesticide et pendant combien de temps l'a-t-elle été? Les symptômes ont-ils été immédiats ou l'intoxication résulte-t-elle de l'utilisation du pesticide pendant une période prolongée?

Ne pas perdre de temps. Si on ne peut répondre rapidement aux questions ci-dessus, donner au personnel des urgences le plus d'information possible.

5. Appeler une ambulance ou le centre antipoisons.

6. Commencer à prodiguer les premiers soins recommandés en fonction du mode de contamination.

7. Faire examiner la victime par un professionnel de la santé. Les premiers soins ne peuvent pas remplacer les soins médicaux.

Si les vêtements s'imbibent de pesticide, les retirer — immédiatement!

8. Si des symptômes se manifestent pendant la manipulation d'un pesticide ou tout de suite après, se rendre à l'hôpital.

Prendre avec soi la liste des noms communs des produits chimiques. (Voir *Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par un pesticide* à la troisième page de couverture.)

Appeler la municipalité et le Centre d'intervention en cas de déversement (ministère de l'Environnement) au 1 800 268-6060 (24 heures sur 24, 7 jours sur 7) quand un déversement accidentel de pesticide cause ou risque de causer des dommages.

9. Nettoyer immédiatement tout déversement de pesticide.

S'il s'agit de pesticide liquide et que la quantité répandue sur le sol est peu importante, l'éponger en répandant par-dessus de la terre sèche ou tout autre matériau absorbant comme de la litière pour chat. S'il s'agit de formulations pulvérulentes ou granuleuses, les ramasser avec un balai. Éparpiller la terre contaminée et les balayures sur une grande surface de sol nu pour en accélérer la dégradation. S'assurer d'être bien protégé pendant le nettoyage d'une surface contaminée par des pesticides. Pour en savoir plus sur ce sujet, consulter la fiche technique du MAAARO intitulée *Comment éviter les déversements accidentels de pesticides*, commande n° 96-026. (Voir à la deuxième page de couverture comment se procurer les fiches techniques.)

10. Nettoyer les puits contaminés.

Suivre les directives énoncées dans la fiche technique du MAAARO intitulée *Contamination des sources d'approvisionnement en eau par les pesticides*, commande n° 00-100. (Voir à la deuxième page de couverture comment se procurer les fiches techniques.)

Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par un pesticide

(Voir la troisième page de couverture)

Toxicité relative à l'égard de l'opérateur

Définitions

Dose létale 50 % (DL_{50}) La dose qui, lorsque administrée, tue 50 % des animaux de laboratoire dans une période donnée.

Toxicité aiguë Troubles de la santé immédiats résultant d'une seule ou d'une brève mise en contact avec une substance nocive, par voie cutanée, par inhalation ou par ingestion.

Toxicité chronique Troubles de la santé résultant d'une mise en contact répétée durant une période prolongée avec une substance nocive.

Pesticides à toxicité aiguë élevée

Cette classe de pesticides présente des risques extrêmes si on les manipule imprudemment. La DL_{50} par voie buccale est inférieure à 50 mg/kg de poids corporel et, par voie cutanée, elle est inférieure à 200 mg/kg.

- L'ingestion d'une quantité quelconque allant de moins que 0,1 mL jusqu'à 3 mL selon les cas (une goutte à une demi-cuiller à thé) de ces pesticides peut être mortelle.
- Les contenants de ces produits portent le signe constitué d'un panneau STOP et de la tête de mort.
- Quand on travaille avec les produits énumérés dans le tableau 1–1, *Toxicité des produits mentionnés dans la publication 610F*, page 4, il faut absolument porter un respirateur et des lunettes de sécurité en plus de la tenue protectrice complète.

Pesticides à toxicité aiguë modérée

Ces pesticides sont dangereux si on les manipule imprudemment. La DL_{50} par voie buccale est de 50 à 500 mg/kg de poids corporel et, par voie cutanée, elle est de 200 à 2000 mg/kg.

- L'ingestion de 3 à 30 mL (une demi-cuiller à thé à deux cuillers à table) de ces produits peut être mortelle.
- Le contenant de ces pesticides porte le signe constitué du panneau STOP et de la tête de mort.
- Quand on travaille avec les concentrés énumérés dans le tableau 1–1, page 4, il faut absolument porter un respirateur.

Pesticides à toxicité aiguë faible

Ces pesticides ne sont mortels que si on en avale délibérément plus de 30 mL (1 oz). La DL_{50} par voie buccale est supérieure à 500 mg/kg de poids corporel

TABLEAU 1–1.
Toxicité des produits mentionnés dans la publication 610F

Nom du produit	Nom chimique	DL_{50} (voie orale)	DL_{50} (voie cutanée)
Toxicité aiguë élevée			
Appâts rodenticides Granulés rodenticides	phosphure de zinc	40–46	
Toxicité aiguë modérée			
Basamid	dazomet	500	
Busan 1020	métam-sodium	97	800
Telone C17R Telone II B	dichloropropène chloropicrine	250–500	
Vapam	métam-sodium	97	800
Vorlex Plus Vorlex Plus CP	isothiocyanate de méthyle chloropicrine 1,3-dichloropropène	300	2 780

et, par voie cutanée, elle est supérieure à 2 000 mg/kg. Les pesticides énumérés dans cette publication et qui ne figurent pas dans le tableau 1–1, ci-dessus, ont des valeurs de toxicité aiguë faible.

- Il faut tout de même les manipuler avec précaution.
- Il faut aussi porter des vêtements protecteurs.
- Il est recommandé d'utiliser un respirateur et de se protéger les yeux quand on fait une pulvérisation dans un endroit clos.

Pesticides à toxicité chronique

Il n'est pas possible d'évaluer la toxicité chronique d'un pesticide de la même manière que la DL_{50} est utilisée pour déterminer la toxicité aiguë. Au lieu de cela, on exécute une série de tests sur des animaux de laboratoire pour aider à prédire si un pesticide causera certains effets à long terme. L'examen des animaux permet de déceler une large variété d'effets toxiques comme l'apparition de tumeurs ou d'anomalies. Des tenues de protection et un équipement protecteur sont à conseiller afin de réduire le contact et le risque d'effets chroniques.

Retour dans les zones traitées

On court un risque d'intoxication par les pesticides quand on retourne trop tôt, sans porter de tenue protectrice, dans les champs qui viennent d'être traités. L'intoxication peut résulter de la manutention de plantes traitées ou de l'inhalation de vapeurs toxiques. Vérifier sur l'étiquette de tous les pesticides utilisés les mises en garde ou les précautions à observer concernant le retour dans les zones traitées.

Analyse de sang

Les organophosphorés et les carbamates sont capables d'inactiver la cholinestérase ou d'en réduire la teneur dans le sang. Si l'activité de cet enzyme chute au-dessous d'une valeur critique, il peut en résulter un empoisonnement. Les symptômes comprennent la fatigue, des étourdissements, des nausées, des tremblements, des troubles de la vue et de la difficulté à respirer.

Tenue de protection pour les traitements en plein air

Pourquoi faut-il revêtir une tenue de protection?

La toxicité de chaque formulation pesticide varie de légère à extrêmement dangereuse. On encourt le risque d'entrer en contact avec le pesticide dès qu'on ouvre son contenant. Le risque pour la santé de l'utilisateur est fonction de la toxicité du pesticide et du degré d'exposition. L'utilisateur peut réduire d'une part la toxicité en diluant le produit et d'autre part le degré d'exposition en revêtant une tenue de protection. Le port de vêtements protecteurs réduit les risques d'exposition à la bouillie pulvérisée et le risque d'intoxication.

Danger associé à chaque étape

Étape	Danger
Manipulation et mélange du concentré	très élevé
Rinçage des contenants vides	élevé
Traitement en plein air	faible à élevé
Traitement sous abri	moyen à très élevé
Nettoyage, rinçage du matériel	moyen à élevé
Retour à la zone traitée dans les 48 heures	faible à moyen

Réduire le degré d'exposition

Le contact avec les pesticides peut se faire au niveau de la peau, des yeux, de la bouche ou du nez. Pendant la plupart des traitements phytosanitaires, c'est au moment du mélange des concentrés et du remplissage de la cuve du pulvérisateur que se pose 80–85 % du risque de rentrer en contact avec le produit. Le risque est d'environ 15–20 % durant la pulvérisation proprement dite. Les risques de contact avec la peau constituent en général de 90–100 % du risque total,

dont environ 70 % au niveau des mains et des avant-bras, et 30 % des autres régions du corps. L'inhalation (nez et bouche) représente en général 0,1 % du risque, mais peut atteindre 5–10 % pendant l'utilisation d'un nébulisateur ou d'un pulvérisateur à jet porté, ou de formulations pulvérulentes.

Vêtements de protection

- Pour réduire les risques de contact cutané (avec la peau), il faut porter des gants imperméables. Il faut toujours se référer aux directives du fabricant. Mis à part le cas des produits dont l'étiquette prescrit un autre matériau, les gants faits de néophrène ou de nitrile sont conseillés. On doit aussi se chausser de bottes imperméables en plus d'une combinaison, d'un tablier de protection ou d'une tenue spéciale, et d'un chapeau imperméable.
- Les combinaisons de travail sont soit réutilisables, soit jetées après un usage. Les premières sont normalement fabriquées en coton ou en polyester à tissage serré. Le polyester se laisse plus facilement imbiber par les pesticides que le coton. Lessiver à fond les combinaisons de travail portées pendant des traitements antiparasitaires et ne pas les laver en même temps que d'autres vêtements.
- Il faut porter une tenue spéciale quand on travaille dans des conditions très dangereuses comme c'est le cas des traitements faits au moyen d'atomiseurs et de pulvérisateurs à air forcé.
- Il est recommandé de se protéger les yeux quand on manipule un pesticide, quel qu'il soit.

Respirateur

- Le port du respirateur est vivement recommandé quand on manipule des pesticides dont l'étiquette souligne les besoins d'une protection respiratoire et arbore une tête de mort.
- Il faut porter un respirateur chaque fois que l'on traite avec des pesticides à toxicité élevée ou avec du gaz liquifié.
- Les respirateurs à filtres et les masques à gaz autonomes se vendent dans une vaste gamme de formes et de tailles. Consulter l'emballage du produit et un fournisseur d'accessoires de sécurité.
- À l'achat d'un appareil de protection respiratoire, de cartouches et de pré-filtres pour les masques, vérifier que ces accessoires portent le sigle NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) attestant qu'ils sont officiellement homologués par cet organisme.

À la fin d'un travail de pulvérisation qui s'est déroulé normalement, observer les précautions ci-dessous, de préférence deux fois par jour, mais au minimum une fois à la fin de la journée :

- **Rincer dehors la tenue protectrice.**
- **La faire tremper et la laver séparément des vêtements ordinaires.**
- **Faire tremper la tenue de protection avec du détergent dans un grand cuvier ou baquet ou utiliser le cycle de pré-lavage d'une machine à laver automatique, avec du détergent. Les produits de pré-lavage à base de solvant sont efficaces pour déloger les formulations pesticides EC.**
- **Ne laver que quelques articles à la fois.**
- **Utiliser des détergents liquides extra-puissants.**
- **Utiliser de l'eau chaude, régler le niveau d'eau au maximum, choisir un cycle de lavage prolongé avec brassage énergique.**
- **Faire deux cycles complets de lavage, chacun suivi d'un double rinçage.**
- **Le lavage fini, décontaminer la machine à laver en la faisant fonctionner seulement avec de l'eau et du détergent pendant un cycle.**
- **Mettre le linge à sécher sur une corde, dehors si possible, pour éviter que des résidus de pesticide s'accumulent dans la sécheuse.**

Lavage des vêtements de protection

- Le nettoyage méticuleux des vêtements et de l'équipement de protection permet de les garder efficaces.
- Interdire en tout temps aux enfants ou aux animaux de toucher aux vêtements ou à l'équipement contaminé.
- À cette fin, il faut lessiver les vêtements sans tarder et laver les autres articles de protection personnels avant de les ranger.
- Le matériel doit être rincé et rangé hors de portée des enfants.

Vêtements en tissu

- Jeter tout vêtement dont l'étoffe s'est imbibée d'un concentré pesticide de toxicité très élevée.
- Manipuler les vêtements contaminés avec des gants en nitrile ou en néoprène.
- Enlever avec précaution tout vêtement imbibé et le mettre immédiatement dans un sac en plastique afin de s'en débarrasser de façon sécuritaire.

Bottes et gants de caoutchouc, de vynile ou de plastique

- Laver l'extérieur des bottes et des gants avec de l'eau et du détergent avant de les retirer afin d'éviter le contact du pesticide avec les mains.
- Une fois enlevés, laver l'intérieur et l'extérieur des bottes et des gants avec de l'eau et du détergent, puis rincer et laisser sécher dans un endroit bien aéré.

Masque facial, lunettes protectrices et vêtements résistant aux produits chimiques

- Laver les vêtements et le matériel de plastique ou de caoutchouc avec de l'eau et du détergent, puis rincer abondamment dans un endroit bien aéré.

Cartouches et filtres de respirateurs

- Il faut jeter les cartouches, les boîtes filtrantes et les coussinets du filtre lorsque la respiration devient difficile, qu'une odeur de pesticide est décelable ou que le temps est venu selon des intervalles spécifiés par le fabricant.
- Prendre note de la date de la première utilisation de la nouvelle cartouche.
- Retirer les cartouches et les coussinets du filtre de la pièce faciale et les ranger dans un sac de plastique propre et scellé.
- Laver la pièce faciale avec de l'eau et du détergent, puis rincer abondamment et sécher dans un endroit bien aéré.
- N'utiliser jamais d'alcool ou d'autres solvants pour nettoyer : cela endommagerait le caoutchouc et le plastique.

Renseignements

- Consulter un fournisseur d'accessoires de sécurité pour tout renseignement ou conseil relatifs à la tenue de protection.(Voir le tableau 1–2, *Fournisseurs de matériel de sécurité*, page 7).

Tenue de protection pour l'emploi dans des lieux clos

Masques à gaz à cartouche

- On se sert avec succès de masques à gaz à cartouche pour protéger les voies respiratoires contre quelques gaz, vapeurs et poudres nocifs.
- À toute fin utile, les masques à gaz à cartouche conviennent en général dans les endroits où le renouvellement d'air est lent, mais ils ne doivent en aucun cas être utilisés dans les endroits clos où la raréfaction de l'oxygène et des concentrations élevées de gaz sont possibles.

Masque à gaz autonome

- Les appareils à filtre ne conviennent pas dans les endroits clos où les concentrations de gaz sont anormalement élevées. L'oxygène peut s'y raréfier et l'atmosphère devenir mortelle. L'opérateur a alors besoin d'un apport d'air par l'intermédiaire d'un masque à gaz autonome (par ex. le Scott Air Pack).
- L'emploi de substances qui dégagent du cyanure d'hydrogène, du bromure de méthyle, de la chloropicrine ou de la phosphine peut donner lieu à de fortes concentrations de gaz et à une raréfaction de l'oxygène; c'est le cas des générateurs de fumée et même des générateurs de brouillard dans lesquels on utilise des pesticides à forte toxicité; c'est aussi le cas de certains aérosols volatils.

Autres vêtements de protection

- Porter tous les vêtements de protection qui sont recommandés sur l'étiquette.

Conditions de travail

- On peut utiliser les masques à gaz à cartouche quand l'air ambiant contient des concentrations faibles de substances toxiques, gaz, vapeurs ou poudres provenant d'une désinfection par détrempage du sol, d'un épandage de granulés, d'un poudrage ou d'une pulvérisation foliaire. Les pesticides appliqués de cette manière ont en général une toxicité faible ou modérée.
- Il faut absolument porter un masque à gaz autonome (p. ex. le Scott Air Pack) quand on travaille avec des pesticides dont la toxicité est élevée. Il peut se produire de fortes concentrations de substances toxiques, telles que gaz, vapeurs ou matières nocives et une raréfaction de l'oxygène, particulièrement dans les espaces clos (p. ex. fumigation dans des cellules à grain). S'adresser à un fournisseur de matériel de sécurité afin de connaître ses recommandations.

Fumigants et fumées insecticides employés sous abri

Avant d'utiliser des produits antiparasitaires de ce genre, se renseigner sur leurs propriétés toxiques et les risques qu'ils posent pour la santé. Consulter l'étiquette du produit, les fiches signalétiques ou les notices et monographies fournies par le fabricant.

TABLEAU 1–2.
Fournisseurs de matériel de sécurité

Fournisseur	Adresse	Téléphone/télécopieur
3-M Canada Inc.	Division de la sécurité de l'environnement et des travailleurs C.P. 5757 London ON N6A 4T1	Tél. : (519) 452-6165 1 800 364-3577 Téléc. : (519) 452-4660
Acklands Grainger	90, ch. Beaver Creek O. Richmond Hill ON L4B 1E7	Tél. : 905 731-5516 1 800 668-8989 Téléc. : 905 731-2798
Aearo Canada	7115, ch. Tomken Mississauga ON L5S 1X7	Tél. : 905 795-0700 1 800 387-4304 Téléc. : 905 564-5250
Dutch Industries "Protect-Air Cab Filter"	Huron Tractor, C.P. 1300 Exeter ON N0M 1S3	Tél. : (519) 235-1115 Téléc. : (519) 255-1939
HAMISCO	3392, ch. Wonderland London ON N6L 1A8	Tél. : (519) 652-9800 1 800 668-9800 Téléc. : (519) 652-9661
Kappler Canada	C.P. 1687 20, pl. Ryan Brantford ON N3T 5V7	Tél. : (519) 752-4369 1 800 387-9326 Téléc. : (519) 752-2161
Levitt-Safety (Eastern) Limited	2872 Bristol Circle Oakville ON L6H 5T5	Tél. : 905 829-3299 1 800 668-6153 Téléc. : 905 829-2919
MSA Canada Inc.	148, prom. Norfinch North York ON M3N 1X8	Tél. : 416 667-9400 1 800 267-0672 Téléc. : 416 663-5908
Mitt & Robe Co.	751, rue Norfolk N. Simcoe ON N3Y 3R6	Tél. : (519) 428-4050 1 877 893-6565 Téléc. : (519) 428-5142
Plant Products Co. Ltd.	314, ch. Orenda Brampton ON L6T 1G1	Tél. : 905 793-7000 1 800 387-2449 Téléc. : 905 793-9632
Safety Express	4060B, cr. Sladeview, Unité 2 Mississauga ON L5L 5Y5	Tél. : 905 608-0111 1 800 465-3898 Téléc. : 905 608-0091
The Saint George Company (fournisseur de casques Kasco)	206, ch. McPherson School St. George ON N0E 1N0	Tél. : (519) 442-2046 1 800 461-4299 Téléc. : (519) 442-7191

Visiter les sites Web des fabricants pour consulter les fiches signalétiques.

- Porter une tenue protectrice pendant un travail avec des pals-injecteurs à fumigant ou un générateur de fumée pour éviter l'inhalation ou le contact cutané avec ces produits.
- Pendant et après le traitement, fermer à clé le local traité et placer des écriteaux avertissant du danger.
- Suivre les instructions fournies par le fabricant sur l'étiquette du produit pour ce qui concerne la ventilation, après traitement, des locaux, entrepôts, silos ou cellules à grain ou autres structures, avant d'autoriser le retour.

Fumigants

- Pour fumiger des serres, des caves, des entrepôts et des silos ou cellules à grain avec un mélange de chloropicrine ou de phosphure d'aluminium, l'agriculteur doit être titulaire d'un permis délivré en vertu de la *Loi sur les pesticides* de l'Ontario.
- Pour faire une demande de permis, s'adresser à un agent des pesticides au bureau du ministère de l'Environnement de sa région.
- Faire sortir tous les animaux et les volailles qui se trouvent dans des parties contiguës du bâtiment à fumiger.

- Par mesure de sécurité, être assisté d'une autre personne portant elle aussi une tenue protectrice.
- Suivre à la lettre le mode d'emploi.
- Ne pas porter de gants pendant la manipulation du bromure de méthyle, car les gants emprisonnent ce gaz près de la peau. Porter un respirateur à cartouche anti-vapeurs organiques couvrant tout le visage ou un masque autonome à pression positive.
- Porter des gants de coton et un respirateur à cartouche anti-gaz acides couvrant tout le visage pendant la manipulation de phosphure d'aluminium.
- Pour de plus amples renseignements, se procurer les fiches techniques *Methyl Bromide Structure Fumigation Procedures* et *Aluminum Phosphide Structure Fumigation Procedures* publiées par le ministère de l'Environnement de l'Ontario.

Entreposage des pesticides

- La *Loi sur les pesticides* (Ontario) et le règlement 914 font obligation de ranger tous les pesticides hors de portée des enfants, des personnes irresponsables, des animaux d'agrément et du bétail.
- Les pesticides doivent être gardés dans un local fermant à clé, loin des aliments pour humains ou pour bétail.
- Il convient de ranger les herbicides à l'écart des autres pesticides pour éviter une contamination réciproque.
- On doit toujours garder les pesticides dans leurs contenants d'origine, bien fermés.
- Ne jamais transférer de pesticides dans des contenants sans en identifier clairement le contenu.
- Dans les zones sujettes aux inondations, il faut entreposer les engrais et les pesticides plus haut que le niveau des eaux de crue afin d'éviter que ces produits ne contaminent l'eau. Comme on l'a déjà vu par le passé, la contamination de l'eau par ces produits chimiques peut menacer gravement la santé des humains et des animaux domestiques, et nuire aux poissons et à la faune.
- Se référer à la fiche du MAAARO *Entrepôt de pesticides*, commande n° 94-038.

Pesticides inscrits aux annexes 1, 2 et 5

- Les pesticides inscrits aux annexes 1, 2 et 5 de la Loi doivent être conservés dans un local fermant à clé et dont la ventilation débouche sur l'extérieur.
- Il faut poser à l'extérieur de chaque porte d'accès une pancarte portant l'avertissement « ATTENTION : PRODUITS CHIMIQUES — ACCÈS RÉGLEMENTÉ » en lettres majuscules.
- Seuls ont accès au local l'agriculteur certifié ou une personne travaillant sous la surveillance de ce dernier.

Élimination des contenants de pesticides et des matériaux contaminés

- Il faut brûler ou jeter dans un dépotoir les contenants et emballages de pesticides faits de papier ou de carton, ainsi que tout autre matériau en papier ayant servi à nettoyer des éclaboussures ou des déversements.
- Il faut veiller à ce que les gens et les animaux ne s'approchent pas de la fumée et s'assurer que celle-ci ne se dirige pas vers des bâtiments, des routes ou des chemins, ou tout endroit fréquenté. Les contenants plastiques ne doivent pas être brûlés.
- Les contenants non rincés contiennent parfois jusqu'à 3 % du volume initial de produit. Si cette quantité de pesticide toxique est rejetée avec le contenant, elle présente un danger pour les personnes susceptibles de le manipuler ainsi que pour l'environnement (l'approvisionnement en eau par exemple).
- L'absence de rinçage constitue un gaspillage — pourquoi ne pas utiliser cette quantité pour l'usage auquel le produit est destiné et pour lequel il a été acheté, à savoir lutter contre les ennemis des cultures.
- Rincer tous les contenants de métal, de plastique ou de verre trois fois, et verser l'eau de rinçage dans la cuve du pulvérisateur. On peut aussi utiliser des dispositifs de rinçage pour percer un trou au fond du contenant et faciliter le transvasement de l'eau de rinçage dans la cuve. Ce travail prend moins d'une minute. Retourner le contenant rincé à n'importe quel fournisseur qui participe à un programme de cueillette et de recyclage de contenants de pesticides.
- Élimination des pesticides contaminés, périmés ou excédentaires :
  - S'adresser au fournisseur de pesticides de la localité. Dans certains cas, le fournisseur accepte de reprendre la quantité inutilisée de pesticide à condition qu'elle soit dans son emballage d'origine.
  - Le ministère de l'Environnement a conclu une entente avec la société Safety-Kleen pour que celle-ci assure l'enlèvement des pesticides de rebut, moyennant certains frais à payer par la personne qui demande ce service. Appeler la société Safety-Kleen à London (Ontario), au

(519) 451-6630, pour faire enlever les pesticides non utilisés ou les produits contaminés.
- S'adresser à un transporteur de déchets agréé (autorisé à transporter des déchets dangereux en vertu de la *Loi sur la protection de l'environnement*) pour qu'il vienne ramasser les pesticides contaminés ou de rebut. Consulter les pages jaunes de l'annuaire téléphonique de la région aux rubriques « Résidus liquides — Ramassage » ou « Déchets — Gestion » pour trouver le numéro d'un transporteur agréé, ou se renseigner auprès du bureau local du ministère de l'Environnement de l'Ontario. Surveiller dans le journal local ou les publications agricoles la parution des annonces concernant les programmes de ramassage des pesticides agricoles de rebut, ou se renseigner auprès de son fournisseur de pesticides. Durant les journées de ramassage, on peut se débarrasser gratuitement des pesticides concentrés excédentaires (maximum 25 L).

Emballages solubles dans l'eau

Afin de simplifier l'élimination des emballages de pesticides vides, l'industrie a remis sur le marché un emballage soluble qui se dissout dans la cuve du pulvérisateur. Les emballages hydrosolubles mis au marché sous les noms Clean Pak, Solupak, et Toss-N-Go sont présentés en pâte fluide et en poudre mouillable.

Le matériau d'emballage hydrosoluble généralement utilisé est l'APV (alcool polyvinylique). Ce matériau se dissout complètement dans le pulvérisateur lorsqu'il est ajouté à l'eau du réservoir selon les directives du fabricant.

Manipulation

- Éviter de mouiller les sachets hydrosolubles avant de les ajouter à la cuve du pulvérisateur.
- Ne pas manipuler les sachets hydrosolubles lorsque de l'eau couvre les mains ou les gants.
- Ne pas sortir les sachets hydrosolubles de leur emballage extérieur, sauf au moment de les ajouter à la cuve du pulvérisateur.
- Fermer toujours hermétiquement l'emballage extérieur (fait de matériau non soluble) pour protéger de l'humidité les sachets qui restent.

Mélange

- Ajouter les sachets hydrosolubles lorsque la cuve est remplie d'eau au quart et que l'agitateur est en marche.
- Cinq minutes devraient suffire pour que la dissolution des sachets soit complète, compte tenu de la température et du niveau d'agitation de l'eau.
- Ajouter tout autre pesticide compatible pendant que la cuve continue de se remplir.
- Se référer à l'emballage pour des directives particulières à chaque produit.

Compatibilité

- Ne pas ajouter de pesticides qui seraient incompatibles avec le matériau d'emballage en APV. Le matériau d'APV n'est pas soluble dans les huiles d'été (par exemple, huile Superior).
- Ne mélanger les sachets avec aucun produit contenant du bore (par exemple, Solubor), des oligo-éléments chélatés ou des engrais hydrosolubles car ces composés ne sont pas compatibles avec la pellicule d'APV. Si on les combine, il se formera probablement une substance collante et insoluble dans la cuve.
- Lorsque du bore, des oligo-éléments chélatés ou des engrais hydrosolubles ont été pulvérisés, vider la cuve complètement et la rincer avant d'utiliser tout produit à base d'APV.

Lire toutes les étiquettes et les directives attentivement. Pour plus de détails, consulter un distributeur de produits agro-chimiques.

Pulvérisateurs

- Les pulvérisateurs à herbicides capables de débiter suffisamment de litres à l'hectare pour bien couvrir tout le feuillage conviennent à la pulvérisation des insecticides en émulsion.
- Les pulvérisateurs qui ont servi à épandre des herbicides à base de 2,4-D doivent être nettoyés à fond avec un détergent contenant de l'ammoniaque pour prévenir tout dommage à la culture.
- Une bouillie contenant des poudres mouillables doit être agitée pendant toute la durée de la pulvérisation.
- Les pompes doivent pouvoir assurer le débit et la pression voulues et être, en outre, d'un type compatible avec les matières pulvérisées.
- Ne pas oublier que plus on élève la pression, plus on augmente le risque que la bouillie soit emportée par le vent vers d'autres cultures.
- Régler le pulvérisateur au moins deux fois par saison de végétation, avec chacun des différents jeux de buses utilisés. Les buses dont la pastille ou

d'autres pièces sont usées n'ont pas le même débit que les autres.
- Vérifier le débit de chaque buse au moins une fois par an. Remplacer les buses dont le débit dépasse de 10 % le débit nominal.
- Pour des renseignements sur le réglage des pulvérisateurs, consulter l'édition courante de la publication 75F du MAARO intitulée *Guide de lutte contre les mauvaises herbes*. Voir sur le site Web du MAARO les formules de calcul pour le réglage des pulvérisateurs.

Technologie des traitements phytosanitaires sur le ginseng

Voir la section intitulée *Technologie de la pulvérisation*, page 50.

Pulvérisation par avion ou hélicoptère

- Les entrepreneurs qui font des traitements phytosanitaires par voie aérienne doivent être titulaires d'un permis d'épandage commercial de pesticides par aéronef qui est délivré par le ministère de l'Environnement de l'Ontario. Ils doivent aussi obtenir de ce ministère des permis spéciaux quand ils utilisent des pesticides inscrits aux annexes 1 et 5 et des phytohormones inscrites à l'annexe 2 de la *Loi sur les pesticides*.
- Un agent du ministère inspectera les lieux qui doivent être traités pour vérifier que la pulvérisation ne comporte pas de risque.
- La pulvérisation de substances phytosanitaires dans des conditions imprudentes constitue une infraction au regard de la *Loi sur les produits antiparasitaires* du Canada et de la *Loi sur les pesticides* de l'Ontario.
- Prendre en permanence toutes les précautions nécessaires pour que le brouillard pesticide soit le moins possible emporté par le vent.
- Redoubler de prudence quand il s'agit de pulvériser des insecticides par aéronef, en particulier les insecticides toxiques pour les abeilles comme le Sevin (carbaryl).
- Ne pas traiter par temps venteux. Même par les journées les plus calmes, le vent emportera une partie de la pulvérisation.
- Pour réduire cet inconvénient au minimum, faire le traitement en soirée ou tôt le matin.
- S'assurer de bien spécifier dans le contrat le produit à utiliser et la dose. Ne peuvent être épandus par aéronef que les produits pour lesquels cet usage est expressément autorisé sur l'étiquette.

Dérive des pesticides

- La dérive de pesticides peut laisser des résidus indésirables sur les cultures adjacentes et peut être dangereuse pour les personnes ou les animaux qui se tiennent à proximité. De plus, elle peut réduire la quantité de produit épandue sur la surface traitée au point de la rendre inefficace.
- Les utilisateurs de pesticides doivent faire tous les efforts possibles pour réduire et empêcher toute dérive en faisant attention aux points suivants :
  - lire attentivement l'étiquette;
  - être informé de la toxicité du produit utilisé;
  - avoir recours à des bandes tampons le long des cours d'eau et des champs avoisinants;
  - utiliser la quantité précise d'eau de mélange;
  - bien choisir la buse indiquée et, dans la mesure du possible, utiliser des buses Venturi ou à admission d'air car elles réduisent la dérive de façon appréciable comparées aux buses traditionnelles;
  - porter attention aux conditions atmosphériques, y compris la vélocité du vent et sa direction;
  - veiller à se protéger contre le panache (capuche, chemise de protection, écran de protection et rideaux d'air);
  - avoir recours à des adjuvants réducteurs de dérive;
  - avoir recours à des humecteurs à mèche;
  - régler avec précision l'écart entre la buse et la cible;
  - suspendre la pulvérisation lorsque les conditions ne sont pas propices.

- Ne faire aucune pulvérisation à bas volume et à brouillard fin avec du matériel traditionnel lorsque la vélocité du vent dépasse 10 km/h.
- Les pulvérisations faites par vent atteignant jusqu'à 20 km/h peuvent être acceptables si les gouttelettes sont pour la plupart grosses, que des bandes tampons suffisantes ont été ménagées autour des endroits sensibles et des zones résidentielles, et qu'on adopte des pratiques de gestion optimales pour réduire au minimum la dérive de pesticides.
- Les producteurs doivent être conscients qu'ils sont responsables de toutes substances chimiques provenant de leurs pulvérisateurs, peu importe où se rend le brouillard de pulvérisation. Le producteur est

tenu responsable de tout effet nuisible comme l'endommagement de cultures agricoles ou de plantes ornementales, ainsi que du dépôt de résidus de produits illégaux ou utilisés à des doses inacceptables dans les cultures ou les propriétés voisines. Il peut aussi être tenu responsable des accidents de la route provoqués par le salissement des pare-brise par les embruns de pulvérisation ainsi que des réactions allergiques ou asthmatiques causées aux passants même à l'extérieur de sa propriété.

- Les producteurs devraient donc prendre les précautions nécessaires pour empêcher toute dérive causée par ses pulvérisations et susceptible d'entraîner des poursuites en dommages-intérêts.
- Pour plus d'informations, se référer à la fiche technique du MAAARO *Diminution de la dérive des pesticides et des dommages aux cultures*, commande n° 00-104, au fascicule *Les pratiques de gestion optimales — Entreposage, manutention et application des pesticides*, et au vidéo *How to Manage Spray Drift* produit par le Collège de Ridgetown.

Résidus de pesticides dans les cultures à récolter, à consommer ou à pâturer

- Les résidus de certains pesticides disparaissent rapidement après leur application, d'autres persistent sous forme toxique plus longtemps.
- Lorsqu'on donne au bétail des récoltes traitées avec un pesticide rémanent, les poisons qu'elles renferment tendent à s'accumuler dans le tissu adipeux de l'animal, et les vaches laitières sécrétéront dans le lait ces résidus ou le produit de leur métabolisme. Les jeunes veaux, les génisses et les vaches taries accumuleront ces poisons dans le gras de leur corps pour les rejeter quelques mois plus tard au moment du vêlage.

Empoisonnement des abeilles

- Les abeilles aussi bien que les autres insectes sont d'importants pollinisateurs de cultures. Ces pollinisateurs sont indispensables à la production maximale de semences. Quelques cultures sont une importante source de pollen et de miel. Le producteur doit par conséquent veiller, dans la mesure du possible, à ne pas empoisonner les abeilles qui butinent des cultures en fleurs.
- Les insecticides sont nécessaires pour combattre les insectes ravageurs. En utilisant les insecticides avec discernement, on parviendra à mettre en échec les insectes nuisibles sans pour autant tuer les abeilles. Voici certaines directives à observer pour éviter d'empoisonner les abeilles.
- Ne pas pulvériser d'insecticides sur des cultures en fleurs que butinent des abeilles. S'il faut pulvériser des insecticides, le faire tôt le matin ou en soirée lorsque les abeilles se sont retirées. Soulignons que les abeilles ne butinent généralement pas à des températures inférieures à 13 °C.
- S'il faut absolument utiliser un insecticide toxique pour les abeilles pendant qu'elles butinent, en aviser les apiculteurs voisins afin qu'ils puissent protéger leurs abeilles.
- Ne pas appliquer d'insecticides les jours venteux de façon à éviter que la dérive d'insecticide ne se dirige vers des ruches avoisinantes.
- Les applications terrestres sont normalement moins dangereuses que les applications aériennes, car elles causent habituellement moins de dérive.
- S'il y a risque d'empoisonner les abeilles, essayer, dans la mesure du possible, de choisir des formulations qui sont le moins toxiques pour celles-ci. I faut savoir que les produits pulvérulents sont plus toxiques que les pulvérisations. Les formulations sous forme de concentrés émulsifiables (EC) sont moins toxiques que les formulations sous forme de poudres mouillables (WP).
- La plupart des organophosphorés et des carbamates sont extrêmement toxiques pour les abeilles. La liste des insecticides toxiques pour les abeilles qu'on utilise dans les grandes cultures figure dans le tableau 1–3, *Toxicité relative des insecticides pour les abeilles*, page 12.
- Les autres insecticides énumérés dans ce guide peuvent être appliqués en tout temps sans compromettre la sécurité des abeilles.
- Lorsqu'on envisage une application de pesticides, il faut avertir les apiculteurs du voisinage afin qu'ils puissent déménager leurs colonies à l'extérieur de la zone dangereuse. Les producteurs peuvent communiquer avec l'apiculteur provincial au 1 888 466-2372 pour obtenir la liste des apiculteurs de leur région.

Concentration des pesticides

- Les produits antiparasitaires vendus sous différentes appellations commerciales viennent

TABLEAU 1–3.
Toxicité relative des insecticides pour les abeilles

Groupe 1. **Très toxiques. Ne pas appliquer sur les cultures ou mauvaises herbes en fleurs.**	
Basudin	diazinon
Cygon, Lagon	diméthoate
Guthion	azinphos-méthyl
Imidan	phosmet
Lannate	méthomyl
Lorsban	chlorpyrifos
Malathion	malathion
Pounce	perméthrine
Ripcord, Cymbush	cyperméthrine
Sniper	azinphos-méthyl
Sevin	carbaryl
Groupe 2. **Modérément toxiques. N'appliquer que tôt le matin ou en fin de soirée.**[1]	
Decis	deltaméthrine
Dylox	triclorfon
Endosulfan, Thiodan	endosulfan
Groupe 3. Relativement peu toxiques	
Tous les fongicides	

[1] Des températures particulièrement fraîches au moment du traitement peuvent faire en sorte que les insecticides restent toxiques jusqu'à 20 fois plus longtemps que par temps doux. Par ailleurs, éviter de traiter les champs lorsque les températures sont élevées à bonne heure le matin ou en fin de soirée, car il se pourrait que les abeilles soient en train de butiner.

parfois en concentrations différentes. Pour s'assurer d'appliquer la quantité recommandée de la matière active, il faut prendre bien soin de modifier les doses, si le produit utilisé a une concentration différente de celle qui est indiquée dans les recommandations données dans la présente publication. Les doses recommandées figurent sur l'étiquette du produit.

Accréditation des producteurs ontariens en matière de manutention des pesticides

- En vertu du règlement 914 de la *Loi sur les pesticides*, les producteurs agricoles sont tenus de suivre une formation, le Cours à l'intention des utilisateurs sur l'emploi sécuritaire des pesticides, avant d'acheter et d'utiliser des pesticides inscrits aux annexes 1, 2 ou 5 sur les terres qu'ils exploitent à des fins agricoles.
- Dans chaque exploitation agricole, une personne au moins doit avoir suivi la formation et être accréditée.
- La *Loi sur les pesticides* définit l'agriculteur comme :
  - une personne qui exploite actuellement des terres agricoles à des fins agricoles ou forestières
  - une personne dont les terres sont classées en tant que biens-fonds agricoles conformément à l'article 7 de la *Loi sur l'évaluation foncière de l'Ontario*.

Formation des aides agricoles en matière de manutention des pesticides inscrits aux annexes 2 et 5

- Depuis janvier 2000, toutes les personnes qui aident aux travaux agricoles doivent recevoir une formation à la manutention sécuritaire des pesticides qui est reconnue par le ministère de l'Environnement, avant de pouvoir manipuler ou utiliser des pesticides inscrits aux annexes 2 ou 5 et ce, sous la supervision d'un producteur accrédité.
- Cette exigence s'applique à tous les aides agricoles, y compris les membres de la famille, les employés agricoles et les travailleurs saisonniers.
- Les aides ne sont pas tenus de passer un examen écrit.
- Les aides doivent avoir 16 ans ou plus.
- Deux options existent pour la formation des aides. Ceux-ci peuvent :
  - suivre le Cours à l'intention des utilisateurs sur l'emploi sécuritaire des pesticides, sans subir l'examen d'accréditation;
  - suivre une séance de formation à la ferme donnée par un producteur qui a reçu la formation pour être instructeur qualifié.
- Pour obtenir de plus amples renseignements et la liste des cours, ainsi que les dates et lieux des séances d'examen, visiter le site Web du Programme ontarien de formation en matière de pesticides à www.ridgetownc.uoguelph.ca/opep/.
- Pour s'inscrire au Cours à l'intention des utilisateurs sur l'emploi sécuritaire des pesticides ou pour passer les examens (pour ceux qui renouvellent leur accréditation) ou pour de plus amples renseignements sur la formation des aides agricoles, dans toutes les régions de l'Ontario, prière :
  - d'appeler au 1 800 652-8573 ou au (519) 674-1580,
  - ou d'envoyer une télécopie au (519) 674-1589,
  - ou d'adresser un courriel à opep@ridgetownc.uoguelph.ca

2. Gestion des sols et fertilisation

Analyses de sol

Pour produire le plus rentablement possible du ginseng, il faut utiliser les engrais en fonction des données sur la fertilité du sol et faire entrer en ligne de compte les éléments nutritifs apportés sous forme de fumier, de résidus de cultures, etc. À une extrémité du spectre de la fertilité, sur des sols très pauvres, il est parfois avantageux d'épandre un engrais qui apporte autant ou plus d'azote, de phosphore ou de potassium que la culture n'en prélèvera. À l'extrémité opposée, sur des sols déjà très fertiles ou qui ont reçu beaucoup de fumier, l'apport d'engrais peut ne rien rapporter et même, parfois, nuire au rendement.

Pourquoi faire analyser le sol?

Exigez les analyses de sol reconnues par le MAAARO. Elles constituent le meilleur moyen dont disposent les agriculteurs ontariens pour déterminer les quantités précises de phosphore, de potassium, de magnésium et de chaux nécessaires aux cultures.

Autres méthodes d'analyse

1. L'analyse des tissus végétaux est la méthode la plus utilisée en arboriculture fruitière. Pour ce qui est des grandes cultures et des productions légumières, elle complète l'information fournie par l'analyse de sol.

2. Les symptômes de carence nutritionnelle sur les feuilles peuvent être très utiles dans certains cas mais dans d'autres, comme pour ce qui est du phosphore et du potassium, ils présentent des inconvénients graves.

3. Certains maintiennent que l'agriculteur doit remettre au sol la quantité d'éléments fertilisants qui a été enlevée par la culture. Une telle règle semble valable pour l'azote puisque, pour certaines cultures, on remet approximativement ce qui a été utilisé. Par contre, elle s'applique rarement aux autres éléments fertilisants en Ontario. En effet, on trouve dans la province des argiles et des loams argileux qui ont du potassium en réserve pour plusieurs années; un apport annuel de potassium constituerait donc une dépense inutile et ne saurait pas tirer partie d'un des quelques avantages que présente ce type de sol par rapport aux sols de texture grossière.

TABLEAU 2–1.
Analyses de sol reconnues par le MAAARO

Matériau analysé	Résultats[1]
Sol de grandes cultures, de gazon commercial, etc.	Biodisponibilité du phosphore, du potassium, du magnésium, du manganèse et du zinc; pH; besoin en chaux
Terreau de serre	biodisponibilité de l'azote, du phosphore, du potassium, du calcium et du magnésium; pH; sels totaux
Solutions nutritives, eau	biodisponibilité de l'azote, du phosphore, du potassium, du calcium et du magnésium; pH; sels totaux; sulfates; chlorures

S'informer auprès d'un Centre de ressources du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales pour obtenir la liste des laboratoires accrédités et leurs tarifs. Voir l'annexe E, page 81.

[1] La teneur en matière organique peut aider à faire les recommandations d'herbicides mais ne fait pas partie des analyses reconnues par le programme.

Les analyses de sol faites dans les laboratoires accrédités par le MAAARO constituent, avec les analyses de tissus végétaux et les symptômes de carence nutritionnelle, le meilleur moyen pour déterminer les besoins en engrais d'une culture précise dans un champs particulier. Consulter le tableau 2–1, *Analyses de sol reconnues par le MAAARO*, ci-dessus.

Qu'apporte le programme d'analyse de sol du MAAARO à l'agriculteur?

Le programme d'analyse de sol fournit des recommandations sur les besoins en azote, en phosphore, en potasse et en magnésium, ainsi que sur la quantité et le type de chaux nécessaires. On obtiendra des rendements économiques maximaux si, en plus d'utiliser les doses d'engrais recommandées dans la présente publication, on adopte des techniques agronomiques appropriées. La recherche a montré qu'on pouvait hausser davantage les rendements en

utilisant une dose supérieure aux recommandations du MAARO, mais cette hausse de rendement se révèlerait probablement négligeable et peu profitable. Par ailleurs, les quantités recommandées dépassent parfois quelque peu le seuil de rentabilité. Une telle pratique est souhaitable pour maintenir une fertilité élevée du sol et pour tenir compte des erreurs d'échantillonnage dans un champ. Pour des cultures de grande valeur, telles que le tabac, la dose à utiliser sera celle qui permettra le meilleur rendement et la plus grande qualité. Par contre, pour les cultures de moindre valeur il se peut qu'on obtienne une légère augmentation de rendement si l'on utilise plus d'engrais que la recommandation. Cependant, des essais de maïs en champ ont montré que les rendements n'augmentent pas si l'on dépasse les recommandations. On peut s'adresser à un agronome du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario pour se faire aider dans l'interprétation des résultats d'analyse de sol.

Se référer à l'annexe E, *Laboratoires d'analyse de sol accrédités en Ontario*, page 81, pour obtenir la liste des laboratoires accrédités.

Prélèvement des échantillons

Les sols peuvent être échantillonnés avec une sonde ou une pelle. Chaque champ ou partie de champ distincte doit faire l'objet d'un échantillonnage séparé. Il faut prendre au moins 20 échantillons de 15 cm de profondeur par champ ou par superficie de 5 hectares ou moins. Pour les superficies supérieures à 5 hectares, on doit augmenter proportionnellement le nombre d'échantillons. Plus on en prélève, plus l'analyse sera précise et représentative de la fertilité. Aucun échantillon global ne devrait représenter plus de 10 hectares.

Le producteur doit recueillir les échantillons dans un seau propre, briser les mottes, bien mélanger la terre puis la transvider dans la boîte servant à l'expédition au laboratoire. Il doit prélever les échantillons à intervalles réguliers le long d'un tracé en zigzag qui traverse tout le champs. Les parties de champ qui diffèrent par l'aspect du sol ou le type de culture envisagée ou qui n'ont pas reçu les mêmes doses d'engrais, de fumier ou de chaux doivent être échantillonnées séparément même si leur superficie est trop petite pour qu'on puisse les traiter à part. Il faut éviter de prélever des échantillons dans les bandes de fertilisation, les dérayures ou refentes, les abords de chemins en gravier et les endroits où l'on a entassé du fumier, du compost, de la chaux ou des résidus de récoltes.

Analyses de sol faites par des laboratoires non accrédités

Chaque année, un certain nombre d'agriculteurs demandent au personnel du MAARO d'interpréter les résultats provenant d'autres laboratoires. Les recommandations portant sur les besoins en phosphore et en potasse sont valables, quel que soit le laboratoire, pour autant que les méthodes d'analyse utilisées et les unités servant à exprimer les résultats sont identiques à celles employées par les laboratoires accrédités.

Les recommandations concernant la fertilisation ne devraient reposer que sur les analyses de sol reconnues par le MAARO. Le producteur doit s'assurer que les services qu'il reçoit sont approuvés. Pour obtenir l'accréditation, chaque laboratoire doit utiliser une méthode d'analyse reconnue par le MAARO, faire preuve d'une précision analytique et d'une justesse considérées comme acceptables et faire ses recommandations d'engrais selon les normes mises au point par le MAARO.

Un certain nombre de laboratoires déterminent la capacité d'échange d'ions ainsi que la teneur du sol en aluminium et en cuivre. Or ces analyses ne sont pas reconnues par le MAARO parce que rien n'indique qu'elles contribuent à améliorer l'exactitude des recommandations. La recherche a montré qu'en Ontario l'utilisation de la capacité d'échange pour corriger la quantité de potasse à apporter peut aboutir à des recommandations moins fiables que celles fournies actuellement.

Quand échantillonner?

Chaque champ devrait être échantillonné au moins une fois tous les 2 ou 3 ans. La teneur en potassium peut varier rapidement dans les sols sableux où l'on n'épand aucun fumier mais qui sont utilisés pour des cultures telles que le foin de luzerne, le maïs à ensilage, la pomme de terre et la tomate qui s'accaparent une grande quantité d'éléments fertilisants. Si tel est le cas, un prélèvement doit être fait chaque année.

Pour que les résultats d'analyse lui parviennent à temps, c'est au cours de l'automne précédent que le producteur doit prélever les échantillons dans les champs qui seront ensemencés au printemps. Toutefois, compte tenu du surcroît de travail au moment des récoltes et de la fréquence des pluies à cette époque de l'année, certains agriculteurs feraient mieux d'échantillonner ces sols en été.

La préparation d'une terre en vue d'y implanter du ginseng commence en général un ou deux ans à l'avance. Le ginseng se sème à l'automne. Par conséquent, il faut faire analyser le sol au cours de l'automne précédant l'année du semis. Si l'analyse indique qu'il est nécessaire de corriger le pH et/ou l'état de fertilité du sol, de nouvelles analyses de sol devront être faites au cours de l'été précédant le semis (voir le tableau 2–8, *Réduction des besoins d'azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses*, page 20).

Renseignements sur les laboratoires accrédités

On peut obtenir la liste des laboratoires accrédités et la grille des tarifs exigés pour les différentes analyses auprès de n'importe quel Centre de ressources du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales ou en visitant le site Web du MAAARO à l'adresse http://www.gov.on.ca/omafra.

Les facteurs qui influent sur les recommandations sont l'épandage de fumier, l'enfouissement de foin de légumineuses et le choix de la culture à fertiliser. Il est impossible de faire des recommandations valables sans cette information. Voilà pourquoi les informations relatives à chaque champ doivent être inscrites sur la feuille qui accompagne l'échantillon particulier.

Analyse de tissus végétaux

L'analyse de tissus végétaux permet de mesurer la teneur en éléments nutritifs des tissus d'une plante. En comparant les résultats obtenus par rapport aux valeurs « normale » et « critique » pour une culture quelconque, on peut déterminer si l'apport en éléments nutritifs est propice à la croissance optimale de la plante.

C'est sur l'analyse des tissus végétaux que reposent les recommandations d'engrais pour les arbres fruitiers et la vigne. Par ailleurs, l'analyse des tissus végétaux complète les renseignements fournis par l'analyse du sol menant à l'évaluation du niveau de fertilité des autres cultures. Elle permet de vérifier l'exactitude des teneurs en phosphore, potassium, magnésium et manganèse car elle est indépendante de l'analyse de sol. Elle ne permet pas toutefois de connaître les teneurs du sol en azote et en zinc. Pour le bore et le cuivre, il n'existe pas d'analyse de sol concluante, donc l'analyse de tissus et l'observation des symptômes de carence sur la plante restent les seuls moyens de diagnostiquer une carence pour ces deux éléments. Il est particulièrement important pour les producteurs de ginseng de reconnaître ces symptômes. Le ginseng peut souffrir d'une intoxication par le bore (voir la PLANCHE 93, page 100). L'analyse foliaire est le seul moyen de découvrir une concentration excessive en bore dans les plants de ginseng.

L'analyse de tissus végétaux a aussi ses limites. L'aide d'un spécialiste pour interpréter les résultats est souvent indispensable car, dans la plupart des cas, l'analyse de tissus n'indique pas la cause de carence ni la quantité d'engrais requise pour la corriger.

Échantillonnage

Le moment où l'on effectue le prélèvement de tissus a un effet majeur sur les résultats car les niveaux d'éléments nutritifs dans la plante varient considérablement avec l'âge de celle-ci. Les résultats seront difficiles à interpréter si les échantillons sont pris à des moments autres que ceux recommandés. Cependant, les plants soupçonnés d'avoir une carence en éléments nutritifs devraient être échantillonnés dès que le problème se manifeste. Il est préférable de prélever les échantillons aux endroits précis où la carence est manifeste plutôt que dans le champ tout entier.

Les échantillons de tissus devraient être pris sur au moins 20 plants répartis un peu partout dans la zone choisie. Chaque échantillon devrait se composer de 100 grammes de tissus frais. Les zones à problème devraient être échantillonnées séparément. Il faut éviter toute contamination des échantillons avec de la terre car même une infime quantité de terre peut invalider les résultats, surtout lorsque l'analyse porte sur les oligo-éléments.

Le prélèvement d'échantillons de ginseng doit se faire après le déploiement complet du feuillage, d'ordinaire dans la première quinzaine de juillet. Des échantillons prélevés pendant que les feuilles se développent risquent d'être moins représentatifs et de donner des résultats faussés. Les taux d'éléments nutritifs dans les feuilles de ginseng peuvent fluctuer au moment de la floraison et de la formation des graines, et à la suite de la suppression des inflorescences. Si l'on soupçonne des carences ou des toxicités, on doit prendre des échantillons à la fois dans les zones où les plants sont beaux et dans celles où ils le sont moins, à stade de développement égal. L'échantillonnage des feuilles doit toujours accompagner l'échantillonnage du sol.

Préparation de l'échantillon

Les échantillons de tissus végétaux fraîchement cueillis doivent être expédiés sans retard au laboratoire. Si

l'expédition immédiate des échantillons est impossible, on doit faire sécher les tissus végétaux afin d'en empêcher la détérioration. Faire sécher les échantillons au four, à 65 °C ou moins, ou les faire sécher au soleil en prenant soin qu'aucune particule de terre ou de poussière ne puisse les contaminer. Il faut éviter tout contact des tissus avec des contenants galvanisés (plaqués de zinc) ou faits de cuivre ou de laiton.

Il existe plusieurs laboratoires en Ontario qui font l'analyse des tissus végétaux.

Analyses portant sur les oligo-éléments

Les services reconnus par le MAAARO déterminent la teneur du sol en zinc et en manganèse. Dans le cas du zinc, pour la culture du maïs, la meilleure méthode consiste à associer les résultats d'analyse avec les symptômes de carence. Pour ce qui est du manganèse, l'analyse de tissus, les symptômes de carence et l'analyse de sol sont tous utiles. Par contre, les services accrédités par le MAAARO ne portent pas sur la teneur en bore, en cuivre, en fer ou en molybdène. En général, les analyses de tissus végétaux donnent un meilleur indice de carence en ces éléments.

Contamination

Certaines précautions s'imposent si on ne veut pas fausser les résultats des analyses de sol par le contact des échantillons avec des oligo-éléments, en particulier le zinc. Il ne faut pas utiliser de sondes à tubes galvanisés (plaqués de zinc) pour échantillonner un sol dans lequel on veut déterminer les teneurs en oligo-éléments. On ne doit pas utiliser de contenants en métal pour ramasser et mélanger les échantillons, mais plutôt des contenants en plastique propres et en bonne condition. Les échantillons qui sont entrés en contact avec des surfaces galvanisées ne doivent pas être testés pour leur teneur en zinc. Prendre soin de ne pas laisser entrer de poussière dans les boîtes à échantillons.

Échantillonnage du sol

Dans un champ quelconque, les carences en oligo-éléments se retrouvent fréquemment en des endroits précis et peu étendus. Si tel est le cas, les échantillons de sol ou de tissus végétaux pris à travers le champ tout entier ne permettront probablement pas de déceler le problème. Il faut habituellement échantillonner ces zones séparément.

Recommandations d'engrais

Acidité du sol et chaulage

L'échelle de pH s'étend de 0 à 14; elle sert à définir le degré d'acidité ou d'alcalinité du sol. Un pH de 7,0 indique un sol neutre, un pH inférieur à 7,0 indique l'acidité, alors qu'un pH supérieur à 7,0 signifie que le sol est alcalin. La plupart des cultures poussent bien lorsque le pH se situe entre 6,0 et 8,0.

Pour corriger l'acidité du sol, il faut épandre de la chaux broyée et l'incorporer au sol, aux doses suggérées dans les résultats d'analyses du sol.

Pouvoir tampon

Des sols différents possédant une valeur de pH quelconque, disons 5,2, nécessiteront des quantités différentes de chaux pour que le pH s'élève au taux désiré, disons 6,0; cela dépend surtout de la quantité d'argile et de matière organique contenue dans le sol. Le pH est utilisé pour déterminer quels sols ont besoin d'être chaulés tandis que le pouvoir tampon sert à déterminer la quantité de chaux requise pour amener le pH du sol au niveau cible. Voir le tableau 2–2, *Quantité de chaux nécessaire pour corriger l'acidité du sol, basée sur le pH et le pouvoir tampon*, page 17.

Qualité de la chaux agricole

La chaux calcique contient surtout du carbonate de calcium; la chaux dolomitique contient des carbonates de magnésium et de calcium. Cette dernière devrait être utilisée sur les sols dont la teneur en magnésium est inférieure à 100 car c'est une source de magnésium qui est excellente et peu coûteuse pour les sols acides. Dans les sols dont l'analyse révèle un niveau de magnésium supérieur à 100, les deux types de chaux peuvent être utilisés.

La qualité de la chaux agricole est déterminée par deux facteurs : la valeur neutralisante et la finesse de mouture. La valeur neutralisante de la chaux est déterminée par sa capacité à neutraliser l'acidité du sol lorsqu'elle est complètement dissoute; on l'exprime en pourcentage de la valeur neutralisante du carbonate de calcium pur. Un échantillon de chaux qui neutraliserait 90 % de l'acide neutralisé par le carbonate de calcium pur possède une valeur neutralisante de 90. En général, plus la teneur en calcium et magnésium de la chaux en question est haute, plus sa valeur neutralisante est élevée.

Le deuxième facteur qui influe sur le pouvoir neutralisant d'un calcaire est la finesse de sa mouture.

TABLEAU 2–2.
Quantité de chaux nécessaire pour corriger l'acidité du sol, basée sur le pH et le pouvoir tampon
Chaux moulue d'indice agricole 75 nécessaire (t/ha)

Pouvoir tampon	pH cible = 6,5 (chaulage si pH au-dessous de 6,1)	pH cible = 6,0 (chaulage si pH au-dessous de 5,6)	pH cible = 5,5 (chaulage si pH au-dessous de 5,1)
7,0	2	1	1
6,9	2	1	1
6,8	2	1	1
6,7	2	2	1
6,6	3	2	1
6,5	3	2	1
6,4	4	3	2
6,3	5	3	2
6,2	6	4	2
6,1	7	5	2
6,0	9	6	3
5,9	10	7	4
5,8	12	8	4
5,7	13	8	5
5,6	15	11	6
5,5	17	12	8
5,4	19	14	9
5,3	20	15	10
5,2	20	17	11
5,1	20	19	13
5,0	20	20	15
4,9	20	20	16
4,8	20	20	18
4,7	20	20	20
4,6	20	20	20

En effet, une pierre calcaire a une surface de contact avec l'acide bien moins grande que si elle est réduite en poudre; pour cette raison elle neutralise beaucoup moins vite l'acidité — à toute fin utile, elle a peu de valeur. Le calcul de l'efficacité du calcaire moulu est illustré au tableau 2–3, *Exemple de calcul de l'efficacité de la chaux*, à droite.

Indice agricole de la chaux

L'indice agricole est un indice qui a été mis au point en Ontario pour permettre la comparaison de calcaires différents. Il relie les notions de valeur neutralisante et de finesse.

TABLEAU 2–3.
Exemple de calcul de l'efficacité de la chaux

Taille des particules	% de l'échantillon	x	Facteur d'efficacité	=	Cote de finesse
plus grosse qu'un tamis n° 10[1]	10	x	0	=	0
tamis n° 10 à n° 60	40	x	0,4	=	16
plus petite qu'un tamis n° 60	50	x	1,0	=	50
Finesse pour l'ensemble de l'échantillon					66

[1] Un tamis Tyler n° 10 a des mailles de 2,0 mm.

L'indice agricole peut être utilisé pour comparer la qualité de différentes chaux agricoles pour la neutralisation de l'acidité du sol. La chaux possédant un indice agricole élevé vaut proportionnellement plus que la chaux possédant un indice plus faible. Si deux chaux agricoles, A et B, ont des indices agricoles de 50 et 80 respectivement, le taux d'application de A requis pour un certain sol sera de 80/50 x le taux d'application de B. Donc, la valeur de la chaux A est de 50/80 x le prix de la chaux B par tonne.

$$\text{Indice agricole} = \frac{\text{valeur neutralisante} \times \text{finesse}}{100}$$

Les recommandations en Ontario sont basées sur une chaux ayant un indice agricole de 75. Donc, si l'indice agricole de la chaux disponible dans la région est connu, le taux d'application précis peut être calculé. La formule suivante peut être utilisée :

$$\text{Dose de chaux recommandée d'après l'analyse de sol} \times \frac{75}{\text{indice agricole de la chaux disponible}} = \text{taux d'application de la chaux}$$

Par exemple, si la dose recommandée, d'après l'analyse du sol est de 9 t/ha et que la chaux utilisée possède un indice agricole de 90, il faudra appliquer 75/90 x 9 = 7,5 t/ha.

L'indice agricole ne renseigne aucunement sur la teneur en magnésium de la chaux. La chaux dolomitique doit être utilisée sur les sols pauvres en magnésium.

TABLEAU 2–4.
Besoins en phosphore du ginseng cultivé sur terre minérale

Teneur en phosphore du sol (ppm)	Cote	Phosphate (P_2O_5) à appliquer kg/ha
0–3	BASSE	80
4–5	BASSE	60
6–7	BASSE	50
8–9	BASSE	40
10–12	MOYENNE	30
13–15	MOYENNE	20
16–20	HAUTE	0
21–25	HAUTE	0
26–30	TRÈS HAUTE	0
31–40	TRÈS HAUTE	0
41–50	TRÈS HAUTE	0
51–60	TRÈS HAUTE	0
61–80	EXCESSIVE	0
80 +	EXCESSIVE	0

Profondeur du labour

Les recommandations sur le chaulage faites dans la présente publication devraient élever le pH dans les 15 premiers cm de sol au pH cible précisé. Selon que le sol est labouré à une profondeur inférieure ou supérieure à 15 cm, il faut proportionnellement plus ou moins de chaux pour atteindre le même pH cible. Là où l'on réduit la profondeur de travail du sol, il faut réduire en conséquence le taux d'application. Un chaulage plus fréquent peut être nécessaire.

Diminuer le pH du sol

Lorsque le pH est inférieur à 6,5, il est possible d'abaisser le pH (rendre le sol plus acide) en lui ajoutant du soufre ou du sulfate d'ammonium. Cette méthode peut être opportune pour certaines cultures, notamment pour lutter contre la galle de la pomme de terre mais, en général, elle ne convient pas aux cultures de rotation. Il est déconseillé de faire alterner le pH du sol, de faible à élevé, d'une année à l'autre. Si le pH du sol est supérieur à 6,5, elle est tout simplement déconseillée. D'ailleurs, il est presque irréalisable d'abaisser le pH en raison des grandes quantités de soufre ou de sulfate d'aluminium nécessaires.

Azote

Des recherches sont en cours pour déterminer les besoins en azote du ginseng. Les besoins du ginseng, qui est une plante originaire du tapis forestier, sont sensiblement différents de ceux des cultures de plein champ.

TABLEAU 2–5.
Besoins en potassium du ginseng cultivé sur terre minérale

Teneur en potassium du sol (ppm)	Cote	Potasse (K_2O) à appliquer kg/ha
0–15	BASSE	230
16–30	BASSE	220
31–45	BASSE	200
46–60	BASSE	180
61–80	BASSE	140
81–100	BASSE	100
101–129	MOYENNE	70
121–150	MOYENNE	50
151–180	MOYENNE	40
182–210	HAUTE	0
211–250	TRÈS HAUTE	0
250 +	EXCESSIVE	0

Phosphore et potassium

Les recommandations de phosphore et de potassium sont basées sur les résultats des analyses de sol reconnues par le MAAARO. Se référer au tableau 2–4, *Besoins en phosphore du ginseng cultivé sur terre minérale,* à gauche, et au tableau 2–5, *Besoins en potassium du ginseng cultivé sur terre minérale,* ci-dessus. Ces tableaux devraient être utilisés seulement avec les résultats d'analyses de sol reconnues par le MAAARO.

Lorsqu'il est impossible d'obtenir une analyse du sol, on pourra évaluer les besoins à l'aide des tableaux en autant qu'on observe les directives suivantes :

- Si le champ a été fertilisé régulièrement depuis de nombreuses années ou s'il a été fortement fertilisé au cours des dernières années, il faut utiliser un des taux de phosphate et de potasse recommandés pour la teneur cotée MOYENNE.
- Si le champ a reçu peu d'engrais dans le passé, il faut utiliser un des taux recommandés pour la teneur cotée BASSE.

Les sols dont la teneur en phosphore s'avère excessive (E) contiennent beaucoup plus de phosphore biodisponible qu'il est nécessaire pour la plupart des cultures. Il faut éviter d'épandre des engrais phosphatés, du compost, du fumier, des boues d'épuration ou toute autre source de phosphore sur de tels sols. La surfertilisation en phosphore pourrait causer la pollution de l'eau.

Quelques sols argileux ou loams argileux sont naturellement riches en potassium et ne nécessitent donc aucun engrais potassique. Il est impossible de déterminer exactement les besoins d'une culture en potassium sans une analyse du sol.

Magnésium

Le magnésium est un élément fertilisant qu'on trouve habituellement en abondance dans beaucoup de sols en Ontario. Les sols dont la teneur en magnésium est inférieure à 20, selon les résultats d'analyse du MAAARO, ont besoin d'un apport en magnésium pour supporter la plupart des cultures. Les sols dont la teneur en magnésium est inférieure à 20 sont très rares en Ontario. Lorsqu'il y a lieu d'amender le sol et que le pH est inférieur à 6,0, l'application de calcaire dolomitique constitue le moyen le plus efficace et le plus économique de corriger une carence en magnésium. Par contre, dans les sols où le pH est supérieur à 6,0, il est préférable d'utiliser du sulfate de magnésium ou du sulfate de potasse magnésien (mélange de sulfate de potassium et de sulfate de magnésium), de façon à fournir au sol 30 kg de magnésium soluble par hectare. Soulignons que, en général, tout apport de magnésium au moyen d'un matériau autre que le calcaire dolomitique coûte plutôt cher.

Puisque le potassium et le magnésium se font concurrence directe au niveau de l'absorption par les plantes, l'application de potasse peut entraîner une carence en magnésium ou aggraver une carence existante. Voilà pourquoi il faut vérifier la teneur du sol en potassium et faire preuve de vigilance lorsqu'on fournit un fertilisant potassique à des sols pauvres en magnésium.

Les cultures faites sur de nombreux sols de l'Ontario ont une concentration en magnésium tellement basse que la santé du bétail nourri de ces cultures en souffre, même si la croissance des plantes ne semble nullement affectée. Dans de tels cas, il en coûte beaucoup moins cher de corriger la carence dans la ration pour bétail que par la fertilisation du sol. Quoi qu'il en soit, on doit porter une attention constante et particulière à la teneur du sol en potassium et ne pas ajouter au sol plus de potassium que la quantité recommandée par l'analyse de sol.

Les carences en *calcium* n'ont pas causé d'ennuis dans les sols de l'Ontario dont le pH convient aux grandes cultures. Un pH convenable est un indicateur fiable d'une teneur en calcium suffisante dans le sol.

TABLEAU 2–6.
Interprétation des résultats sur le manganèse

Teneur du sol en manganèse[1]	Mesures suggérées
supérieure à 30	La biodisponibilité du manganèse est adéquate pour les grandes cultures.
16 à 30	La biodisponibilité du manganèse est adéquate pour de nombreuses cultures mais s'approche des niveaux de carence pour l'avoine, l'orge, le blé et le soya. Si des symptômes de carence apparaissent, vaporiser avec du manganèse. Confirmer la situation au moyen de l'analyse de tissus végétaux.
inférieure à 16	La biodisponibilité du manganèse est insuffisante pour l'avoine, l'orge, le blé et le soya. Vaporiser avec du manganèse au stade 4 feuilles puis répéter l'opération 3 semaines plus tard si nécessaire. Aucune carence en manganèse n'a été diagnostiquée dans le maïs en Ontario même dans les sols qui présentent de graves carences pour le blé.

[1] Ces valeurs donnent un indice de la biodisponibilité du manganèse; elles sont fondées sur la quantité de manganèse extractible et sur le pH du sol.

Oligo-éléments

Il n'est pas recommandé d'associer les oligo-éléments aux bouillies insecticides ou fongicides à moins d'indications du fabricant à cet effet ou que l'expérience démontre qu'il n'y a pas d'incompatibilité.

L'épandage des oligo-éléments ne devrait se faire que sur la recommandation d'une personne compétente ou lorsque l'expérience en démontre la nécessité. L'épandage peut se faire au sol ou en pulvérisation foliaire. L'épandage au sol est généralement associé aux travaux de préparation du sol tandis que les pulvérisations foliaires se font durant la saison de croissance. Les bouillies d'oligo-éléments devraient contenir un produit mouillant-adhésif.

Prévenir et corriger les carences en manganèse

Le manganèse est moins disponible dans les sols à pH élevé. Il est donc important de ne pas ajouter plus de chaux que nécessaire pour corriger le degré d'acidité du sol. L'interprétation des analyses de sol pour le manganèse est présentée au tableau 2–6, *Interprétation des résultats sur le manganèse*, ci-dessus.

TABLEAU 2–7.
Interprétation des résultats sur le zinc

Teneur du sol en zinc[1]	Mesures suggérées
supérieure à 200	Il y a lieu de soupçonner une contamination de l'échantillon ou du champ.
25 à 200	La biodisponibilité du zinc est adéquate pour la plupart des grandes cultures.
15 à 24	La biodisponibilité du zinc est adéquate pour la plupart des grandes cultures. Cependant, elle est à peine suffisante pour le maïs. Si le champ n'est pas uniforme en ce qui concerne sa texture, son pH ou sa vulnérabilité à l'érosion, il peut s'avérer avantageux d'en traiter certaines parties avec du zinc. Des symptômes de carence au stade 4 à 6 feuilles signifient une carence certaine en zinc (voir *Besoins en zinc des grandes cultures*, commande n° 96-216, Agdex 100/531).
inférieure à 15	Le maïs est déficient en zinc et celui-ci devrait être appliqué avec l'engrais.

[1] Ces valeurs donnent un indice de la biodisponibilité du zinc; elles sont fondées sur la quantité de zinc extractible et sur le pH du sol.

Prévenir et corriger les carences en zinc

Une haute teneur en phosphore dans le sol et (ou) dans l'engrais peut causer une carence en zinc ou l'aggraver. *Appliquer seulement la quantité recommandée de phosphore.* L'utilisation de fumier animal peut prévenir ou amoindrir les carences en zinc. La maîtrise de l'érosion peut empêcher les carences en zinc de se produire en maintenant en place la couche arable du sol.

Les carences en zinc seront évitées si l'engrais utilisé contient du zinc. Les vaporisations foliaires permettent parfois de corriger une carence après que les symptômes soient apparus pour autant qu'elles soient effectuées au début de la saison de croissance. L'interprétation des analyses de sol pour le zinc est présentée au tableau 2–7, *Interprétation des résultats sur le zinc*, ci-dessus.

Les analyses de sol ne sont pas révélatrices de la teneur en **cuivre** dans les terres de l'Ontario, mais l'analyse de tissus végétaux donne cette information. Le cuivre est rarement déficient dans les sols minéraux excepté peut-être lorsque la terre est très sablonneuse. Il peut toutefois manquer dans les sols organiques, et l'analyse de tissus est le meilleur moyen de déceler cette carence. Lorsque des sols organiques sont mis en culture pour la première fois, il est préférable d'amender la terre au taux de 14 kg/ha chaque année, pour les trois premières années.

TABLEAU 2–8.
Réduction des besoins d'azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses

Composition de l'engrais vert	Pour toutes les cultures, réduire le besoin en azote de (kg/ha)
Moins du 1/3 en légumineuses	0
1/3 à 1/2 en légumineuses	55
1/2 ou plus en légumineuses	100
Légumineuses vivaces semées et enfouies la même année	45[1]
Résidus de soya et de haricots de grande culture	0

[1] S'applique là où le peuplement est dense et les plantes atteignent plus de 40 cm de hauteur.

L'ajout de **bore** est nécessaire dans certains sols. Les carences en bore se produisent habituellement au cours des périodes sans pluie, et la réponse au traitement est imprévisible. Voilà pourquoi aucune analyse de sol sûre n'a pu être élaborée jusqu'à maintenant. Par contre, l'analyse de tissus végétaux permet de prédire les besoins en bore, comme d'ailleurs les symptômes observés sur les plantes.

Comme le bore est nécessaire en quantités infimes seulement et que les excès sont toxiques, il faut l'utiliser avec beaucoup de précautions. Aucune carence en bore n'a été constatée dans les céréales, les pois et les haricots en Ontario, et le bore appliqué sur ces cultures ou à d'autres cultures l'année précédente risque d'être toxique. *Le bore ne devrait pas être appliqué en bandes.*

Aucune carence de fer ou de molybdène n'a été signalée dans les grandes cultures en Ontario.

Réduction des quantités d'engrais recommandées

Fertilisation réduite après l'enfouissement de légumineuses

Lorsqu'ils sont enfouis par le labour, les résidus de légumineuses (luzerne, lotier, trèfle) constituent une source appréciable d'azote pour la culture suivante. Le tableau 2–8, *Réduction des besoins d'azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses*, ci-dessus, indique les réductions nécessaires dans les quantités d'azote recommandées pour les cultures qui suivent une légumineuse.

TABLEAU 2–9.

Quantités moyennes d'éléments nutritifs biodisponibles par type de fumier

Données fondées sur une moyenne des résultats d'analyse de plus de 700 échantillons. Les données varient considérablement d'un fumier à l'autre, si bien que l'analyse reste la meilleure indication des éléments nutritifs assimilables.

Type de fumier	Moyenne de matière sèche	Azote assimilable[1] Printemps 1 jour	Azote assimilable[2] Printemps sans enfouissement	P_2O_5 [3] assimilable	K_2O [4] assimilable
kg/1 000 L (lb/1 000 gal)					
Lisier de bovins laitiers	6,5 %	1,6 (16)	0,6 (6)	0,7 (7)	3,0 (30)
Lisier de porcs	3,6 %	2,6 (26)	0,7 (7)	1,1 (11)	2,0 (20)
Lisier de volaille	8,0 %	6,1 (61)	1,7 (17)	2,5 (25)	3,4 (34)
Biosolides liquides (boues d'épuration)[5]	4,4 %	1,2 (12)	0,6 (6)	1,3 (13)	0,2 (2)
kg/tonne (lb/tonne)					
Biosolides secs	36 %	1,5 (3)	0,75 (1,5)	11,0 (22)	0,0 (0)
Fumier complet de volaille	49 %	11,5 (21)	6,0 (12)	9,0 (18)	12,5 (25)
Fumier complet de bovins laitiers	20 %	1,5 (3)	0,7 (1,4)	1,5 (3)	5,5 (11)
Fumier complet de bovins de boucherie	27 %	1,5 (3)	0,75 (1,5)	1,5 (3)	7,0 (14)

1 000 gallons/acre = 11 230 litres/hectare; 1 tonne impériale/acre = 2,25 tonnes (métriques)/hectare.
Voir l'annexe G, page 83, pour d'autres équivalences.

[1] Azote en fonction d'un épandage au printemps avec enfouissement dans les 24 heures qui suivent.
[2] Azote en fonction d'un épandage au printemps sans enfouissement (c.-à-d. laissé à la surface du sol pendant plus de 7 jours).
[3] On estime que, l'année de l'application, la biodisponibilité du phosphate provenant du fumier ou de biosolides est égale à environ 40 % de celle du phosphate contenu dans les engrais commerciaux.
[4] On estime que, l'année de l'application, la biodisponibilité de la potasse provenant du fumier ou de biosolides est égale à environ 90 % de celle de la potasse contenue dans les engrais commerciaux.
[5] Avant d'épandre des biosolides (p. ex. boues d'épuration), il faut obtenir un certificat d'autorisation du bureau régional du MEO, ce qui peut prendre jusqu'à six mois.

Fumier

Les nombreuses fermes d'élevage de l'Ontario génèrent plus de 33 millions de tonnes de fumier. Pour tirer parti des avantages économiques du fumier sans le faire au détriment de l'environnement, l'agriculteur doit bien gérer les éléments nutritifs provenant de ce fertilisant. Voir le tableau 2–9, *Quantités moyennes d'éléments nutritifs biodisponibles par type de fumier,* ci-dessus.

En vue d'une culture de ginseng, le fumier doit être épandu au plus tard 4–6 semaines avant la fumigation du terrain.

Analyse du fumier

Il faut faire analyser le fumier étant donné que sa teneur en éléments nutritifs varie d'une ferme à l'autre, particulièrement au niveau des concentrations de phosphore et de potasse. Le type d'élevage, la ration, la litière, les liquides qui s'ajoutent au fumier et le mode de stockage du fumier sont autant de facteurs qui influencent en bout de ligne les concentrations d'éléments nutritifs.

Le fumier renferme deux composants azotés. Le premier, l'azote ammoniacal, constitue la principale source d'azote dans le lisier, les pourcentages approximatifs étant indiqués dans le tableau 2–10, *Niveaux approximatifs d'azote ammoniacal assimilable par type d'élevage*, page 22. Le second, l'azote organique, devient assimilable par les plantes au fur et à mesure que la matière organique se décompose. On suppose qu'environ 30 % de la fraction d'azote organique du fumier sont assimilables par une culture en croissance. Le pourcentage est généralement plus élevé dans le fumier de volaille et plus faible dans le fumier de ruminants.

L'azote ammoniacal est immédiatement assimilable par la culture en croissance. Il s'agit cependant du type d'azote qui se volatilise le plus facilement, à moins qu'il ne soit enfoui peu après son application.

TABLEAU 2–10.
Niveaux approximatifs d'azote ammoniacal assimilable par type d'élevage
(exprimé en % de la teneur totale du fumier en N)

Type de fumier	N ammoniacal
Lisier de volaille	75 %
Lisier de porcs	62 %
Lisier de bovins de boucherie	60 %
Lisier de bovins laitiers	50 %
Biosolides (boues d'épuration)	27 %
Fumier complet de porcs	30 %
Fumier complet de volaille	30 %
Fumier complet de bovins laitiers	25 %
Fumier complet de bovins de boucherie	12 %

L'humidité du sol et les conditions météorologiques déterminent la rapidité et l'ampleur des pertes d'azote. On constate les pertes les plus élevées les jours chauds et ensoleillés quand les sols sont secs, et les pertes les plus faibles lorsque le temps est couvert et froid, que les sols sont détrempés, ou durant les périodes de pluie. Le tableau 2–11, *Pourcentage estimatif des pertes d'azote ammoniacal attribuables aux conditions atmosphériques et édaphiques*, à droite, donne une idée des pertes estimatives attribuables aux conditions atmosphériques et édaphiques.

Valeur à long terme du fumier

L'analyse de sol est le meilleur moyen d'évaluer la biodisponibilité à long terme du phosphore (P), du potassium (K), du magnésium, du zinc ou du manganèse provenant d'épandages antérieurs de fumier. À la longue, l'épandage de grandes quantités de fumier peut amener de fortes concentrations dans le sol de P et de K assimilables. Les fumiers enrichissent aussi le sol d'autres éléments nutritifs et de matière organique qui peuvent avoir une certaine valeur à long terme.

Le gros de l'azote assimilable par les plantes qu'on retrouve dans les fumiers est utilisé par les plantes ou se perd durant la première saison de croissance qui suit l'épandage. L'azote organique restant devient assimilable en petites quantités qui diminuent graduellement au cours des années qui suivent. En général, la quantité d'azote résiduel provenant d'une application est trop faible pour avoir une influence réelle sur les recommandations d'azote visant une culture. Cependant, lorsque du fumier complet est

TABLEAU 2–11.
Pourcentage estimatif des pertes d'azote ammoniacal attribuables aux conditions atmosphériques et édaphiques

	Frais (< 10 °C)		Doux (> 25 °C)	
	pluvieux	sec	pluvieux	sec
Incorporé				
Injecté pendant la saison	0	0	0	0
Enfouissement avant 1 journée	10	15	25	50
Enfouissement avant 2 journées	13	19	31	57
Enfouissement avant 3 journées	15	22	38	65
Enfouissement avant 4 journées	17	26	44	73
Enfouissement moins de 5 journées	20	30	50	80
Sans enfouissement				
Printemps/été/début automne				
Sol dénudé	40	50	75	90
Résidu de culture	30	35	60	70
Culture sur pied	20	25	40	50
Épandage en fin d'automne (temp. de l'air <10 °C)	25	25	s. o.	s. o.

Adapté de Beauchamp, 1995

appliqué régulièrement sur un champ, la concentration d'azote résiduel assimilable par une culture peut atteindre un niveau important. Pour les cultures de maïs ou d'orge, l'analyse de la teneur du sol en N peut servir à évaluer l'azote assimilable au cours des années qui suivent l'application. L'analyse de la teneur du sol en P et en K peut servir à mesurer les concentrations de phosphore et de potassium résiduelles provenant des épandages de fumier.

Besoins des cultures

L'azote résiduel provenant des cultures de légumineuses doit être pris en considération au moment d'analyser la pertinence d'un apport supplémentaire d'azote provenant de fumier ou d'engrais (voir le tableau 2–8, *Réduction des besoins d'azote à la suite de l'enfouissement d'un engrais vert de légumineuses*, page 20).

TABLEAU 2–12.
Calibrage des épandeurs de fumier

Fumier complet — feuille de plastique de 40 po x 48 po (sac de moulée)		Lisier — seau à parois verticales	
Livres de fumier (par feuille)	Taux d'application (tonnes imp./acre)	Profondeur du fumier (pouces dans le seau)	Taux d'application (gallons/acre)
1	1,6	1/10	2 265
2	3,2	1/8	2 825
3	4,8	1/4	5 650
4	6,4	3/8	8 500
5	8,0	1/2	11 325
7	11,2	5/8	14 150
10	16,0	3/4	17 000
15	24,0	1	22 650

Biosolides

Les biosolides de source non agricole (p. ex. boues d'épuration des usines de traitement des eaux usées) peuvent être une source utile d'éléments nutritifs et de matière organique. L'utilisation de biosolides a donné lieu à la publication de lignes directrices par le MAAARO et le MEO. Un certificat d'autorisation est exigé pour épandre des biosolides sur des terres. Ce certificat est délivré par le MEO. Chaque fois qu'une entreprise épand des biosolides sur une terre, elle doit fournir à l'agriculteur une analyse de leur teneur en éléments nutritifs.

Pour plus d'information sur le sujet, consulter la fiche du MAAARO *Épandage de biosolides d'épuration sur des terres agricoles*, commande n° 95-070.

Calibrage des épandeurs

Le calibrage du matériel d'épandage du fumier est essentiel. On peut utiliser différentes méthodes pour mesurer les taux d'application. L'une d'elles consiste à peser la charge de fumier et à mesurer la superficie qu'un chargement peut couvrir. On peut peser le fumier en étalant des feuilles de plastique sur le sol. Dans le cas du lisier, des seaux à parois verticales peuvent servir à mesurer la profondeur des applications. Il faut aussi tenir compte des surfaces traitées qui se chevauchent, surtout quand on utilise des systèmes d'irrigation. Le tableau 2–12, *Calibrage des épandeurs de fumier,* ci-dessus, donne un aperçu des taux d'application, tandis que le tableau 2–13, *Densité de différents types de fumier,* à droite, fait la distinction entre les différents genres de fumier au plan de leur densité. On peut se procurer la fiche du MAAARO *Le réglage du matériel d'épandage de lisier*, commande n° 97-004, à titre de référence.

Préoccupations environnementales soulevées par le fumier

On déconseille de faire des épandages de fumier l'hiver et au début du printemps en raison des risques de ruissellement et de contamination des eaux de surface. Le sort de la première eau de fonte suivant l'application de fumier est déterminant à cet égard. Aucun programme de gestion des éléments nutritifs ne devrait prévoir d'épandage à ces deux périodes de l'année. S'il faut absolument, une année, faire des épandages durant l'hiver, il importe de limiter les épandages aux champs qui, par leur situation, ne posent aucun risque de contamination des eaux de surface par le ruissellement.

TABLEAU 2–13.
Densité de différents types de fumier

Type de fumier	Poids par pi^3	Poids par m^3
Lisier	62,4 lb	1 000 kg
Lisier pâteux	60,0 lb	960 kg
Fumier épais	50,0 lb	800 kg
Fumier léger	35,0 lb	560 kg

un boisseau = 1,25 pi^3

La pluie peut provoquer le lessivage de l'azote organique vers les cours d'eau, si le fumier a été épandu sur des terres non protégées. Le phosphore, attaché aux particules de sol, peut être entraîné jusqu'aux cours d'eau sous l'effet de l'érosion du sol. Les pratiques de conservation du sol peuvent réduire les risques de pollution des cours d'eau par les éléments nutritifs.

L'épandage du fumier ne devrait pas se faire à proximité des cours d'eau. Le potentiel de ruissellement est fonction de la pente du champ et de la texture du sol. Le tableau 2–14, *Calcul de la distance de sécurité minimum par rapport aux cours d'eau,* à droite, permet de prévoir le potentiel de ruissellement afin de fixer la distance de sécurité minimum. Dans un système de culture sans labour qui prévoit une bande tampon de 10 pieds le long des cours d'eau, on peut réduire la distance de sécurité de 30 pieds pour le lisier liquide et de 15 pieds pour le fumier complet.

L'eau qui circule dans les réseaux de drainage souterrain peut devenir contaminée si le fumier pénètre dans un puisard ou s'infiltre jusqu'aux drains agricoles. Dans le cas du lisier, maintenir une zone tampon de 9 m (30 pi) autour d'un puisard ou d'une entrée de surface (ou 4,6 m (15 pi) dans le cas du fumier complet). S'il y a déjà eu contamination des eaux de surface par les particules qui migrent à travers les fissures du sol ou macropores, il est recommandé de travailler le sol avant l'épandage.

Les applications d'éléments nutritifs, provenant de fumiers ou d'engrais, qui dépassent les exigences d'une culture risquent d'entraîner la contamination des eaux souterraines, surtout là où le substratum rocheux est recouvert d'une mince couche de sol, là où la nappe phréatique se trouve près de la surface ou dans les sols très sableux où le lessivage est préoccupant. La contamination des eaux souterraines peut se produire par infiltration des nitrates à travers les fissures et les trous ou par leur lessivage à travers la porosité du sol.

TABLEAU 2–14.
Calcul de la distance de sécurité minimum par rapport aux cours d'eau

Potentiel de ruissellement				
	Pente du champ dans une limite de 500 pieds du cours d'eau			
Texture du sol	< 0,5 %	0,5–2 %	2–5 %	> 5 %
Sable	Très bas	Très bas	Très bas	Bas
Loam	Très bas	Bas	Bas	Moyen
Loam argileux	Bas	Moyen	Moyen	Élevé
Argile	Moyen	Élevé	Élevé	Élevé
Établir la distance minimum de sécurité en fonction du potentiel de ruissellement.				
Distance de sécurité minimum				
Potentiel de ruissellement	Application en surface		Incorporé ou enfoui au préalable	
	Liquide	Solide	Liquide	Solide
Élevé	100 pi	50 pi	60 pi	30 pi
Moyen	75 pi	37 pi	45 pi	22 pi
Faible	50 pi	25 pi	30 pi	15 pi
Très faible	30 pi	15 pi	30 pi	15 pi
PGO, *Gestion des éléments nutritifs*				

Engrais

Voir le tableau 2–15, *Engrais — Éléments nutritifs primaires,* et le tableau 2–16, *Engrais — Éléments secondaires et oligo-éléments*, page 25.

Sels solubles dans les terres agricoles

De fortes concentrations de sels solubles dans le sol peuvent empêcher ou retarder la germination et même tuer les plants déjà établis ou, du moins, en ralentir sérieusement la croissance.

À l'état naturel, les sols ontariens ont une faible quantité de sels solubles. Par conséquent, ceux-ci causent rarement un problème aux cultures et ne sont pas couramment mesurés dans les analyses de sol.

La présence de sels solubles dans le sol est habituellement causée par des doses excessives d'engrais ou de fumier, le ruissellement du sel épandu sur les routes ou le déversement de produits chimiques sur les terres agricoles. De fortes concentrations de sels solubles dans les bandes de fertilisation, ou près d'elles, peuvent causer de sérieux problèmes à court terme, affectant les premiers stades de croissance sans toutefois influer sérieusement sur les concentrations de sel dans le reste du sol. Une quantité donnée de sel dans le sol entraîne une élévation de la concentration de sel dans l'eau du sol si la teneur en eau est basse. Les sels solubles interfèrent aussi avec l'absorption d'eau par les plantes. Voilà pourquoi la croissance des plantes est plus affectée par la présence de sels solubles lorsque l'apport d'eau est minime (durant les périodes de sécheresse).

TABLEAU 2–15.
Engrais — Éléments nutritifs primaires

Engrais azotés	Présentation	Azote (% N)
Nitrate d'ammonium	sèche	30 à 34
Nitrate ammoniacal de calcium	sèche	27
Urée	sèche	45 à 46
Sulfate d'ammonium	sèche	20
Ammoniaque liquide	liquide[1]	20
Urée-nitrate d'ammonium	liquide	28
Urée-nitrate d'ammonium	liquide	32
Solution d'urée-ammoniaque-nitrate d'ammonium	liquide[1]	41
Solution d'ammoniaque-nitrate d'ammonium	liquide[1]	41
Ammoniac anhydre	liquide[1]	82
Engrais phosphatés	**Phosphate (% P_2O_5)**	
Superphosphate simple	20	
Superphosphate triple	44 à 46	
Phosphate monoammonique	48 à 52	
Phosphate diammonique (18-46-0)	46	
Engrais potassiques	**Potasse (% K_2O)**	
Muriate de potassium (chlorure de potassium)	60 à 62	
Sulfate de potassium	50	
Sulfate de potasse magnésien (11 % Mg)	22	
Nitrate de potassium (13-0-44)	44	

[1] Liquide sous pression

Il est facile de déterminer en laboratoire la teneur en sels solubles en mesurant la conductivité électrique d'un mélange pâteux d'eau et de terre. Plus la concentration de sels solubles dans l'eau est élevée, plus la conductivité est forte. Le tableau 2–17, *Interprétation des résultats de conductivité du sol*, page 26, établit le lien entre la conductivité électrique des sols et leur utilité culturale. Il est à souligner que la conductivité électrique est un autre résultat offert par le programme d'analyse de sol accrédité par le MAAARO. L'analyse est faite sur un mélange pâteux constitué de deux parties d'eau et d'une partie de terre.

Pour les terreaux de serres, l'analyse de sol du MAAARO porte sur un plus grand échantillon de sol,

TABLEAU 2–16.
Engrais —
Éléments secondaires et oligo-éléments

Magnésium (Mg)	
Chaux dolomitique	6–13 % Mg
Sels d'Epson (sulfate de magnésie)	10,5 % Mg
Sulfate de potasse magnésien	11,0 % Mg
Bore (B)	
Borate de sodium	12–21 % B
Solubor	20,5 % B
Cuivre (Cu)	
Sulfate de cuivre	13–25 % Cu
Cuivre chélaté	5–13 % Cu
Manganèse (Mn)	
Sulfate de manganèse	26–28 % Mn
Molybdène (Mo)	
Molybdate de sodium	39 % Mo
Zinc (Zn)	
Sulfate de zinc	36 % Zn
Zinc chélaté	7–14 % Zn
Oxysulphate de zinc	18–36 % Zn

et on mesure la conductivité par la méthode des extraits boueux. Dans le cas des cultures sous abri où l'on utilise cette méthode, l'indice de conductivité est acceptable même lorsqu'il s'élève à 3,5 millisiemens/cm.

Toxicité des engrais chimiques

Tous les sels contenus dans les engrais chimiques sont toxiques pour les racines et les graines en germination lorsqu'ils se trouvent en concentrations fortes près de celles-ci. La toxicité par unité d'élément fertilisant dépend des facteurs suivants :

- la proportion de sel par unité d'éléments fertilisants,
- la solubilité des sels dans le sol,
- la présence de certains constituants ou éléments qui sont particulièrement toxiques (p. ex., ammoniac anhydre ou bore).

Engrais azotés

Le nitrate d'ammonium, le phosphate monoammonique et le sulfate d'ammonium ont une toxicité semblable et sont moins dangereux que l'ammoniac anhydre, l'ammoniaque liquide et l'urée. Le phosphate

TABLEAU 2–17.
Interprétation des résultats de conductivité du sol

Conductivité du sol (millisiemens/cm)	Cote	Mises en garde
0–0,25	F	Convenable pour la plupart des plantes si les quantités recommandées d'engrais sont utilisées.
0,26–0,45	M	Convenable pour la plupart des plantes si les quantités recommandées d'engrais sont utilisées.
0,46–0,70	H	Pourrait réduire la levée et causer des dommages légers à graves aux plantes sensibles au sel.
0,71–1,00	E	Pourrait empêcher la levée et causer des dommages légers à graves à la plupart des plantes.
1,00	E	Causera de graves dommages à la plupart des plantes.

diammonique est plus toxique que le phosphate monoammonique, mais moins que l'urée. Aussi faut-il prendre plus de précautions lorsqu'on l'emploie avec des semences particulièrement sensibles ou dans des sols de texture grossière (sable ou loam sableux) que si l'on utilise du nitrate d'ammonium ou du phosphate monoammonique.

L'ammoniac anhydre et l'ammoniaque liquide sont des produits extrêmement toxiques qui ne devraient pas être placés près des semences. Il est préférable de placer ces engrais au présemis, en bandes perpendiculaires à la direction du semis.

L'urée est toxique quand elle est appliquée en bandes ou près des semences, mais elle est sans danger si on l'épand à la volée à une dose normale. En général, les engrais dont la teneur en azote égale plus de la moitié de leur teneur en phosphate contiennent de l'urée.

Engrais phosphatés

La plupart des engrais phosphatés courants ne sont guère toxiques pour les graines et les plantes puisqu'une grande partie du phosphate forme un précipité dans le sol, avant même d'entrer en contact avec les racines. La concentration du phosphore en solution dans le sol est toujours très basse, de sorte qu'il n'existe aucune limite quant aux quantités à appliquer près des semences de cultures faites en champ ou avec elles.

Le phosphate diammonique est plus toxique que les autres engrais phosphatés (voir la rubrique *Engrais*, page 24).

Engrais potassiques

Le chlorure de potassium (KCl), ou muriate de potassium, est la source de potassium la plus courante. Il est moins toxique par unité d'élément fertilisant que la plupart des engrais azotés.

Le sulfate de potassium (K_2SO_4) est moins toxique que le chlorure de potassium.

Le sulfate de potasse magnésien est à peu près aussi toxique par unité de potassium que le chlorure de potassium.

Le nitrate de potassium est l'une des sources de potassium les moins dangereuses.

Engrais contenant des oligo-éléments

Les engrais contenant des oligo-éléments (bore, cuivre, fer, manganèse ou zinc) sont plus toxiques que leurs équivalents dépourvus d'oligo-éléments et, par conséquent, la dose maximale à laquelle on peut les utiliser sans danger est inférieure. Le bore est particulièrement toxique et ne devrait pas être appliqué en bandes.

Engrais foliaires

L'apport en oligo-éléments peut se faire par engrais foliaires, particulièrement lorsque les carences sont attribuables à l'immobilisation des éléments nutritifs dans le sol (p. ex. manganèse). La quantité d'éléments nutritifs qu'il est possible d'épandre par cette méthode est limitée à cause du danger de brûler les feuilles. Lors de la préparation, il faut veiller à ce que la bouillie ne soit pas trop concentrée. Le producteur doit consulter l'étiquette des pesticides avant d'y associer des éléments nutritifs pour pulvérisation foliaire.

Gestion de la matière organique du sol

La matière organique du sol aide à préserver la structure du sol, à améliorer sa capacité de rétention de l'eau et des éléments nutritifs, et à améliorer le drainage. Le fait d'assurer suffisamment de matière organique dans le sol peut aider à maintenir le

rendement, particulièrement durant les années où les conditions climatiques sont défavorables.

L'amélioration de la teneur en matière organique est un processus lent; seule une fraction de la matière organique ajoutée au sol est transformée en humus stable. Il est donc important de préserver le plus possible la matière organique du sol en réduisant l'érosion et en éliminant le travail du sol superflu. L'ajout de matière organique permettra aussi, au fil du temps, d'augmenter la matière organique totale du sol. Ces ajouts peuvent se faire sous forme de fumier d'animaux, de biosolides, de cultures de fourrage ou de cultures de couverture. Les fumiers et les biosolides font l'objet d'une section précédente. La rotation culturale joue un rôle déterminant dans la préservation de la matière organique du sol. Il faut essayer de prévoir la rotation des cultures en rang sur une période de trois à quatre ans, avec d'autres cultures qui laissent plus de résidus. Cela n'est parfois pas réaliste pour différentes raisons. Il est alors très important de saisir toutes les occasions d'utiliser des engrais verts et des plantes abris pour améliorer et protéger le sol.

Cultures couvre-sol

En Ontario, les cultures couvre-sol jouent un rôle de première importance en protégeant le sol contre l'érosion et en y ajoutant de la matière organique, ce qui améliore les propriétés du sol. Les paragraphes qui suivent fournissent certaines informations sur les plantes de couverture les plus fréquemment utilisées. Voir aussi le tableau 2–18, *Propriétés des plantes couvre-sol cultivées en Ontario*, page 28.

Graminées

Les graminées ont des racines fasciculées, bien adaptées pour retenir le sol en place et pour en améliorer la structure. Les espèces de graminées qui conviennent comme culture de couverture ont une croissance rapide et sont relativement faciles à détruire, soit de façon chimique, de façon mécanique ou par l'hiver. Les herbes graminées ne fixent pas l'azote atmosphérique mais peuvent accumuler d'importantes quantités d'azote du sol.

Ray-grass (annuel, d'Italie, vivace)

Il peut être semé soit au printemps, en sol nu ou avec une céréale de printemps, soit en sol nu du mois d'août à la mi-septembre. Le semis à la volée dans une culture de maïs en fin juin ou début juillet donne aussi d'assez bons résultats. C'est le ray-grass annuel qui fournit le plus de rendement en vert dans l'année du semis, épiant souvent au bout de six à huit semaines après le semis. Le ray-grass d'Italie (bisannuel) ne vient pas en épi l'année du semis et produit donc beaucoup moins de feuillage cette année-là. Toutefois parmi les trois espèces, c'est le ray-grass d'Italie qui a le système racinaire le plus développé et le plus dense. Le ray-grass annuel et le ray-grass d'Italie subissent habituellement beaucoup de destruction par l'hiver bien qu'à l'occasion une partie du peuplement puisse survivre. Le ray-grass vivace, appelé aussi ray-grass anglais, survit habituellement bien à l'hiver.

Mises en garde : L'installation et la croissance du ray-grass peuvent être insatisfaisantes par temps très chaud et très sec. Par ailleurs, le travail du sol au cultivateur ou au pulvériseur à disques n'est généralement pas suffisant pour détruire une prairie de ray-grass au printemps. L'azote immobilisé dans le ray-grass se dégage plus lentement que chez de nombreuses autres cultures de couverture. Ainsi par exemple, le maïs après le ray-grass a souvent besoin d'un supplément de 20 à 30 kg d'azote par hectare.

Céréales de printemps

Les céréales de printemps sont habituellement cultivées pour être enfouies. Les plants qui ont été démarrés entre la mi-août et la mi-septembre auront une partie aérienne mesurant de 20 à 40 cm aux premières gelées. En général, la culture est détruite par les gels tardifs et intenses.

On laisse parfois les resemis de céréales de printemps pousser jusqu'aux gelées, tirant ainsi profit de leur utilité comme plantes couvre-sol. Toutefois, ces peuplements peuvent être très irréguliers, et leur croissance aérienne peut atteindre près de 70 cm de hauteur à l'arrivée des gelées. À cause de sa grande épaisseur, le tapis végétal laissé par la culture empêchera le sol de s'assécher le printemps suivant. Sur les collines sensibles à l'érosion, il arrive souvent que les céréales de printemps aient de la difficulté à croître. On a déjà constaté que, le printemps venu, les céréales avaient été balayées en laissant tout le champ ouvert à l'érosion.

Mises en garde : Lorsque les semis sont faits tôt, la culture a le temps de produire une masse végétale abondante avant les gelées. Laissé en surface à l'automne, ce tapis de résidus de culture entrave

TABLEAU 2–18.
Propriétés des plantes couvre-sol cultivées en Ontario

Espèce	Époque habituelle des semis	Dose de semis (kg/ha)	Fixation de l'azote	Rusticité à l'hiver	Cultures spontanées pouvant devenir des mauvaises herbes	Abri aux nématodes[1]	
						à galles	des racines
Graminées							
Ray-grass	avril–mai, ou août et début septembre	12–18	non[2]	le ray-grass annuel et le ray-grass d'Italie ne survivent pas bien; le ray-grass vivace survit bien à l'hiver	non	–	–
Céréales de printemps	mi-août et septembre	100–125	non	il est détruit par le gel intense	non	+	–
Sorgho-Soudan	juin à août	50	non	il est détruit par le gel	non	0	–
Blé d'automne	septembre–octobre	100–130	non	il survit très bien à l'hiver	non	+	–
Seigle d'automne	septembre–octobre	100–125	non	il survit très bien à l'hiver	non	+[3]	–
Légumineuses							
Vesce velue	août	20–30	oui	il survit à l'hiver	non	++	+
Trèfle rouge	mars–avril	8–10	oui	il survit à l'hiver	non	++	+++
Mélilot	mars–avril	28	28	il survit à l'hiver	non	–	–
Non-légumineuses à feuilles larges							
Sarrasin	juin, juillet, août	50–60	non	il est détruit par les premières gelées	oui	+++	0
Radis oléagineux	mi-août et début septembre	10–14	non[2]	il est détruit par le gel intense	oui	0	0

Cote de classement (nématodes) : – (pauvre ou non-abri); + (peut-être abri); 0 (certains cultivars non-abris)

[1] Des différences variétales entre les espèces de cultures peuvent influencer la réaction aux nématodes.
[2] Le radis oléagineux et le ray-grass ne fixent pas l'azote atmosphérique mais entreposent de grandes quantités d'azote tirées du sol et du fumier épandu.
[3] Seigle : la cote de classement pour la saison entière serait plus haute (+++).

l'assèchement et le réchauffement du sol au printemps et peut donc causer de sérieux problèmes, en particulier où l'on pratique le semis direct.

Sorgho-Soudan

Le sorgho-Soudan est un choix excellent comme engrais vert en vue d'améliorer le sol. Il déploie un système radiculaire important et sa partie aérienne est abondante. Il est recommandé d'effectuer un traitement herbicide de présemis pour favoriser l'implantation. Les semis se font après que tout danger de gel est écarté, vers la mi-juin. La culture profitera des températures chaudes du début et du milieu de l'été. Un apport de 50 kg à l'hectare d'azote permettra à la culture de produire un maximum de tiges et de feuilles.

Mise en garde : Il est recommandé de faucher le sorgho-Soudan avant qu'il n'atteigne un mètre de hauteur de façon à encourager le tallage et à s'assurer que les tiges ne deviennent pas ligneuses et se décomposent facilement.

Seigle d'automne

Le seigle d'automne peut être semé depuis septembre jusqu'à la mi-octobre, souvent après la récolte de légumes. Il pousse jusqu'aux gelées et reprend sa croissance vers la fin mars ou le début avril, soit un peu avant le blé d'automne. Il croît très rapidement duran:

le mois de mai. En général, on détruit le peuplement en fin d'avril ou début de mai par un labour avec la charrue à socs ou par un traitement herbicide.

Le seigle d'automne peut être semé plus tard que la plupart des autres cultures couvre-sol sans pour autant être détruit par l'hiver. Pour qu'il couvre bien le sol et le protège contre l'érosion, on doit le semer au moins un mois avant le gel automnal. Le seigle d'automne est parmi les plantes couvre-sol les plus fiables, flexibles et économiques.

Mises en garde : La croissance du seigle sera très rapide sous l'effet des températures chaudes du début du printemps. Il faut surveiller la croissance de façon à tuer le plant au moment opportun. Le seigle peut épuiser l'eau du sol et rendre l'incorporation difficile si la croissance est trop vigoureuse.

Blé d'automne

Le blé d'automne peut être semé de la fin d'août jusqu'en octobre. Il est possible de le semer en d'autres temps mais, comme pour les céréales de printemps, les conditions climatiques peuvent ralentir la croissance aérienne. Le blé survivra à l'hiver et recommencera à croître en avril. Le peuplement peut être tué par travail du sol ou par pulvérisation d'herbicide. Comparativement au seigle, le blé arrête de croître plus tôt à l'automne et reprend plus tard au printemps.

Mises en garde : En général, le blé ne produit pas autant de matière verte et n'offre pas une concurrence aussi vigoureuse aux mauvaises herbes que le seigle.

Légumineuses

Les cultures de légumineuses peuvent fixer l'azote de l'air pour le rendre disponible aux cultures suivantes tout en protégeant le sol contre l'érosion et en ajoutant de la matière organique. La quantité d'azote fixé varie selon les espèces bien qu'elle soit en général proportionnelle à la taille de la partie aérienne. Certaines espèces de légumineuses disposent de racines pivotantes vigoureuses qui peuvent ameublir un sous-sol compacté; toutefois, pour obtenir cet effet, la plante doit être cultivée plus d'une année.

La quantité d'azote libéré par les légumineuses peut varier. Il est important d'en tenir compte lors des calculs des besoins en engrais. La libération d'une quantité excessive d'azote tard dans la saison peut provoquer une croissance végétative excessive ou la maturation inégale des tomates.

Vesce velue

Pour qu'elle constitue un bon couvre-sol durant l'hiver, la vesce velue doit être semée au plus tard à la mi-août. Elle croît lentement jusqu'aux gelées et forme un réseau racinaire fasciculé très vigoureux; sa partie aérienne est de taille moyenne. La vesce velue peut être semée dans le blé d'automne lorsque ce dernier atteint environ 20 cm de hauteur. Semée à ce stade tardif, la vesce velue ne risque pas d'entraver la récolte du blé d'automne. Évidemment, une telle pratique permet d'obtenir, avant les gelées, une masse végétale plus abondante que si les semis avaient eu lieu au mois d'août.

Les tiges rameuses reprennent leur croissance tôt au printemps (à la même époque que le blé d'automne) et peuvent atteindre une longueur de 150 cm si on ne les coupe pas avant la maturité. Les peuplements servant d'engrais vert sont habituellement détruits au printemps par le travail du sol ou par désherbage chimique. Le système racinaire fasciculé de cette vesce améliore la structure du sol, et la plante entière constitue une source importante de matière organique pour le sol.

Mises en garde : La concurrence exercée par le resemis de céréales nuirait à l'installation satisfaisante des plants de vesce. Les sols séchants sur lesquels la vesce velue continue de croître jusqu'au début de mai risquent de manquer d'eau pour la culture suivante. Le Roundup n'est pas efficace contre la vesce velue, mais le 2-4 D, le MCPA, le Banvel ou leurs composés permettent de la détruire. *Si les cultures subséquentes sont sensibles aux hormones, les pulvérisations devront se faire à l'automne pour éviter les dommages.*

Trèfle rouge

Dans les champs de blé d'automne, le trèfle rouge est souvent semé à la volée, en mars ou au début d'avril, mais pour ce qui est des céréales de printemps, la mise en terre du trèfle rouge s'effectue en même temps que les céréales. On obtient les meilleurs peuplements à partir des semis qui sont faits tôt dans la saison. Le trèfle rouge à deux coupes produit considérablement plus de masse végétale aérienne que celui à une coupe, soit 60 cm contre 25 cm, respectivement. Comme engrais vert, la semence commerciale produit autant que la semence sélectionnée, mais elle peut contenir plus de graines de mauvaises herbes.

C'est depuis la récolte des céréales jusqu'aux gels intenses que se produit le plus gros de la croissance du trèfle rouge. Sa destruction peut avoir lieu en automne ou au printemps, au moyen d'un travail du sol ou avec

des herbicides. À moins qu'on se serve également d'herbicides, le travail du sol avec un chisel ne réussit pas à détruire complètement la culture.

L'enfouissement du trèfle rouge améliore la structure du sol et fournit à la terre une quantité considérable de matière organique. Cette plante fixe l'azote et le libère graduellement pour la culture suivante de la rotation. Le trèfle rouge constitue une excellente protection contre l'érosion s'il est laissé jusqu'au printemps ou s'il est détruit l'automne suivant au moyen d'herbicides.

Mises en garde : Le Roundup utilisé seul ne réussit pas habituellement à détruire le trèfle rouge. Aussi vaut-il mieux se tourner vers le 2-4 D, le MCPA, le Banvel et leurs composés. Si des cultures sensibles aux hormones font suite au trèfle dans la rotation, on doit utiliser dès l'automne des hormones en pulvérisation pour écarter tout risque de dommages.

Mélilot

Le plus souvent, on met en terre le mélilot au mois de mars ou au début d'avril comme sous-semis du blé d'automne ou on le sème avec les céréales de printemps. Il existe des cultivars à fleurs jaunes et d'autres à fleurs blanches; ces derniers donnent des plantes un peu plus hautes. Le gros de la croissance se produit une fois que la récolte des céréales est terminée, jusqu'aux gelées vives. La partie aérienne atteint habituellement une hauteur de 30 à 40 cm, mais elle n'est pas dense. Le plant est supporté par une racine pivotante très robuste, qui fait en général 30 cm de long et 1 cm de diamètre au niveau du collet. Si on laisse la culture reprendre au printemps suivant, le mélilot fleurira en juillet, s'élèvera jusqu'à 180 cm, montera en graine puis mourra. Comme engrais vert, la culture peut être détruite à l'automne ou au printemps suivant, soit par le travail du sol ou au moyen d'herbicides.

Mise en garde : Le mélilot est très sensible à de nombreux herbicides; il ne tolère aucun produit de type phénoxy, y compris le 2-4 DB.

Dicotylédones autres que les légumineuses

Ces cultures dicotylédones ne peuvent pas fixer l'azote de l'air mais peuvent en puiser de grandes quantités dans le sol. Ni l'une ni l'autre de ces cultures n'est rustique à l'hiver; c'est dire qu'aucune mesure de contrôle additionnelle n'est nécessaire, mais il ne faut pas les laisser monter en graine étant donné que les resemis spontanés peuvent se transformer en plantes nuisibles.

Sarrasin

Comme plante couvre-sol, le sarrasin est semé le plus souvent entre la fin juin et le début août. Il croît très rapidement : en quelque six semaines, il parvient au stade de la floraison et s'élève alors d'environ 45 à 75 cm au-dessus du sol. Ses racines, du type fasciculé, forment un réseau peu étendu. Le sarrasin ne survit pas aux premiers gels, même légers.

Le sarrasin couvre rapidement le sol, offre une bonne protection contre l'érosion pendant la saison de croissance, étouffe les mauvaises herbes annuelles et empêche celles vivaces de s'installer. Une fois enfoui comme engrais vert, il fournit au sol une quantité modérée de matière organique. Cette culture ne fixe pas l'azote.

Mise en garde : Les plants qui ont pris naissance à la fin de l'été sont détruits par les gelées précoces, avant même de connaître une croissance appréciable.

Radis oléagineux

Le radis oléagineux est couramment semé au mois d'août ou très tôt en septembre. Il n'est pas sensible aux gels précoces, peut croître jusqu'à une hauteur de 50 à 90 cm et fleurir en octobre. La plante tient en place grâce à sa racine pivotante courte mais épaisse, dont la forme est intermédiaire entre celles de la carotte et du navet. Sa longévité ne va pas au-delà des froids intenses de fin novembre et de décembre. Le radis oléagineux forme un couvre-sol assez rapidement, offre une excellente protection contre l'érosion durant l'hiver et, comme engrais vert, fournit une quantité moyenne de matière organique. Pour connaître une croissance rapide, il doit disposer d'une grande réserve d'azote biodisponible provenant soit d'un épandage récent de fumier, soit d'une quantité d'azote inutilisée par la culture précédente.

Mises en garde : La croissance sera restreinte si la teneur du sol en azote est basse. Des resemis de radis lèvent habituellement çà et là dans les cultures suivantes.

La publication 611F du MAAARO, *Manuel sur la fertilité du sol*, est une source de renseignements utiles sur différents sujets liés à la fertilité des sols.

3. Exigences édaphiques du ginseng

Introduction

Le ginseng appartient à la famille botanique des Araliacées. Tous les membres de cette famille qui croissent en Ontario sont des plantes de sous-bois. Les plus communes sont le ginseng à trois folioles ou petit ginseng (*Panax trifolius)*, l'aralie à tige nue encore appelée salsepareille (*Aralia nudicaulis)*, et l'aralie à grappes ou grande salsepareille (*Aralia racemosa*). On peut trouver, mais très rarement, du ginseng croissant à l'état sauvage.

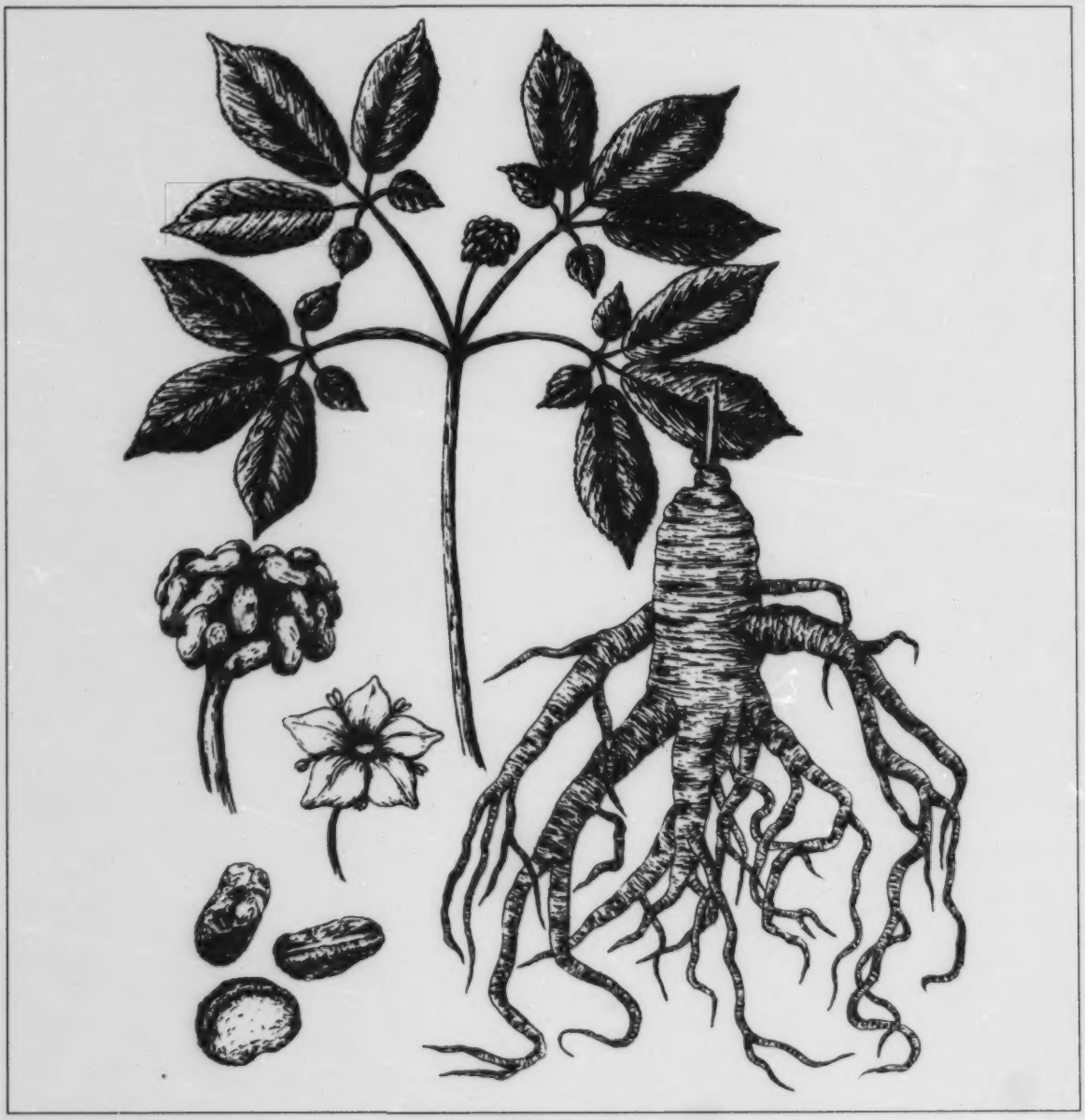


FIGURE 3–1.
Ginseng d'Amérique du Nord, *Panax quinquefolius* : Racines, feuilles, inflorescence, fleur, graines.

Choix du terrain

Le ginseng est une plante indigène des forêts de feuillus du nord-est de l'Amérique du Nord. Pour réussir la culture du ginseng en plein champ, il faut pouvoir reproduire les conditions de milieu que cette plante trouve dans son habitat naturel, le sous-bois. Les exigences édaphiques du ginseng, c'est-à-dire les caractéristiques fondamentales du sol où sera cultivé le ginseng, sont un bon drainage, une teneur moyenne en matière organique, une texture allant du loam limoneux au loam sablonneux et une teneur suffisante en calcium biodisponible.

Besoins nutritifs

L'information sur laquelle on peut s'appuyer pour définir le régime de fertilisation du ginseng en Ontario n'est pas très abondante. Mais dans les régions productrices de ginseng en Amérique du Nord, il est généralement admis que c'est une plante peu exigeante en azote. Des recherches ont montré que le ginseng utilise moins de 56 kg d'azote à l'hectare (50 lb de N élémentaire par acre). La dose maximale d'azote pouvant être apportée à cette culture n'a pas encore été établie.

Des recherches ont montré que le calcium est indispensable pour assurer la croissance du ginseng, mais aussi la santé de la racine. En Ontario, dans les zones productrices de ginseng, la plupart des sols sont moyennement pourvus en calcium. On peut améliorer la biodisponibilité du calcium du sol par la plante en corrigeant le pH du sol. Quand on corrige le pH par des chaulages (voir le tableau 2–2, *Quantité de chaux nécessaire pour corriger l'acidité du sol, basée sur le pH et le pouvoir tampon*, page 17), il peut être nécessaire de faire un apport de calcium.

Les amendements de fond doivent être faits pendant l'année qui précède le semis du ginseng.

pH

Le ginseng pousse à l'état sauvage dans des sols dont le pH va de 5 à 7. Mais pour cultiver le ginseng en plein champ, il faut parfois corriger le pH. Pour la création d'une plantation de ginseng, on cherche normalement à avoir un pH compris entre 6,0 et 6,5. C'est dans un sol dont le pH est situé dans cette fourchette que la biodisponibilité des éléments nutritifs du sol est la plus élevée. Si le pH est trop bas, les plants de ginseng végéteront et seront plus vulnérables aux maladies des racines et parfois aux maladies foliaires.

Matière organique

La teneur en matière organique des sols des forêts de feuillus où pousse le ginseng va de 2 à 7 %. Corriger la teneur en matière organique d'un sol n'est pas chose facile. Du fumier bien décomposé peut être épandu l'année précédant le semis pour améliorer la structure du sol. Le fumier doit être épandu au moins 4–6 semaines avant la fumigation et incorporé soigneusement dans le sol pour que les mottes soient bien éclatées. Les producteurs épandent en général de 20 à 100 tonnes de fumier à l'hectare (de 10 à 50 tonnes de fumier à l'acre). Voir la section intitulée *Fumier*, page 21. Les engrais verts sont souvent utilisés pour améliorer la structure du sol.

Type de sol

Plusieurs types de sols se prêtent à la culture du ginseng à condition que les conditions édaphiques soient satisfaites. Le type de sol peut également influer sur la forme des racines du ginseng. Des sols très sablonneux pauvres en matière organique tendent à produire des racines filiformes (longues et minces). C'est un type de racines qui est recherché sur certains marchés. Par contre, d'autres marchés préfèrent les racines fuselées, plus charnues. Les sols graveleux ou caillouteux laissent percoler l'eau trop rapidement et leur température est plus susceptible de varier. La qualité première d'un sol destiné à la culture du ginseng a trait au drainage. Il est déconseillé de planter du ginseng dans les parties d'un champ qui sont mal drainées. Le drainage du sous-sol est important. Si le sol se gorge d'eau, les maladies des racines peuvent se déclarer. La couche de paillis étalée sur les planches ou billons de culture ralentit l'évaporation. Si le sous-sol est insuffisamment drainé, le taux d'humidité des planches demeure proche du point de saturation et crée les conditions propices au développement de *Phytophthora*.

Gestion de l'eau

La gestion de l'eau est une des conditions essentielles au maintien en bonne santé d'une plantation de ginseng, car cette plante ne supporte pas un mauvais drainage. L'évacuation de l'eau excédentaire peut être une des principales difficultés à surmonter quand on cultive du ginseng.

Profilage du terrain

Le profilage du terrain est toujours la meilleure façon de préparer une plantation de ginseng. Il faut aménager et profiler les planches ou billons de semis de façon que l'eau s'égoutte facilement et soit évacuée en dehors de la plantation. À cette fin, on peut creuser tout autour de la plantation une tranchée dont le fond sera à un niveau légèrement plus bas que les extrémités des dérayures qui séparent les planches de semis. L'eau recueillie par cette tranchée périphérique se déverse ensuite dans un étang ou un fossé collecteur (voir la PLANCHE 1, page 85).

Étude topographique

Avant de créer une plantation de ginseng, il faut étudier la topographie du terrain pour déterminer les chemins empruntés naturellement par l'eau. Aux endroits où l'eau se fraye un chemin au début du printemps et après des périodes pluvieuses, on peut aménager et entretenir un fossé engazonné qui facilitera l'évacuation de l'eau. Quand on plante du ginseng sur toute la surface d'un champ sans aménager ce genre de fossés, des zones infectées par *Phytophthora* apparaîtront inévitablement aux endroits que l'eau sillonne régulièrement (voir la PLANCHE 2, page 85). Ensuite, les machines qui passeront dans ces zones propageront la maladie dans le reste du champ.

Élimination de l'eau excédentaire

On peut creuser des mares ou des petits bassins qui recueilleront l'eau qui ruisselle des planches de ginseng. Ces mares doivent être situées dans la partie basse du terrain et être suffisamment profondes pour recueillir l'eau qui s'égoutte du champ après une forte pluie. Quand l'eau stagne dans une dérayure, les planches qui se trouvent de chaque côté sont saturées d'eau. Comme les racines des plants de ginseng peuvent s'enfoncer très loin dans le sol, l'extrémité des racines situées le long d'une dérayure pleine d'eau stagnante risque d'être infectée par Phytophthora. Quand le niveau de l'eau finit par baisser, le fond de la dérayure reste bourbeux et « gras », et les agents pathogènes terricoles peuvent alors se répandre dans toute la plantation par l'intermédiaire de la boue qui adhère aux machines et aux bottes.

Les zones humides de la plantation peuvent être les endroits de prédilection du pourridié phytophthoréen (ou mildiou du pied). S'il y a des zones où l'eau stagne souvent dans les dérayures (voir la PLANCHE 3, page 85) pendant des périodes prolongées, il est conseillé de remplir celles-ci avec des copeaux de bois ou autre matériau absorbant (comme une couche de paille épaisse) pour prévenir les éclaboussures d'eau boueuse. Les éclaboussures de boue provenant du fond des dérayures situées dans les zones malades sont la principale cause de brûlure phytophthoréenne (mildiou des feuilles).

Lutte contre le compactage des dérayures

Les planches de ginseng doivent être bordées de rangées de poteaux destinées à porter les ombrières qui abriteront le ginseng des rayons du soleil. Pour épandre les engrais et les produits antiparasitaires, on est obligé de circuler constamment sur les mêmes dérayures parce que le matériel doit passer entre deux rangées de poteaux. Les nombreux travaux d'entretien exigés dans une plantation de ginseng entraînent souvent le compactage du sol de ces dérayures. On peut atténuer cet inconvénient dans une certaine mesure par un sous-solage de la dérayure. C'est un travail qu'il est préférable d'effectuer avant de fortes pluies.

Rouille de la racine

Une plantation de ginseng qui est inondée devient sensible à la rouille de la racine. Cette maladie peut se déclarer lorsque les racines de ginseng se développent dans un sol dont les conditions leur sont défavorables. Les symptômes peuvent ressembler à ceux d'une infection à *Rhizoctonia* et à certains types d'infection à *Cylindrocarpon*. Les dommages causés par le froid peuvent aussi faire apparaître des symptômes de rouille de la racine. Les dommages aux racines peuvent être des lésions écailleuses superficielles mais aussi des crevasses profondes. Les pertes dues à la rouille de la racine en Ontario vont de 10 à 30 % et parfois plus. Se reporter à la section *Rouille de la racine*, page 70, pour la description des symptômes de cette maladie sur le ginseng.

Préparation du terrain

Lutte contre les mauvaises herbes — Cultures de couverture

Le champ où l'on prévoit de cultiver du ginseng doit être préparé 1 an à l'avance au minimum et même jusqu'à 3 ans à l'avance. La meilleure prévention contre les problèmes de mauvaises herbes dans un champ de ginseng consiste à nettoyer le terrain avant le semis. Voir la section intitulée *Mauvaises herbes*, page 49, pour les méthodes de désherbage du ginseng et le tableau 7–3, *Lutte contre les mauvaises herbes dans le ginseng*, page 74, pour les recommandations sur la lutte contre les mauvaises herbes.

Fumigation

Le terrain doit être fumigé au cours de l'été qui précède immédiatement le semis. Il est conseillé de faire la fumigation de 4 à 6 semaines avant le semis. La présence de matière organique non décomposée dans le sol risque d'interférer avec la fumigation. Les cultures de couverture et le fumier doivent être incorporés soigneusement dans le sol de 2 à 4 semaines avant la fumigation.

Les doses de fumigants recommandées sont données au tableau 7–1, *Fumigation de présemis*, page 73. On applique les doses maximales recommandées quand il s'agit de lutter contre les agents pathogènes qui s'attaquent aux racines. La fumigation est en général efficace pour réduire la population de *Pythium*, un champignon qui est présent dans la plupart des sols en Ontario. Elle permet également de diminuer dans une certaine mesure la population de *Rhizoctonia*. Le traitement ne détruit pas à cent pour cent chacun des agents pathogènes. Son efficacité dépend de la température et de l'humidité du sol, ainsi que du soin qui a été apporté au travail du sol avant la fumigation. En outre, les bénéfices de la fumigation la mieux exécutée peuvent être réduits à néant si de la terre non fumigée est apportée sur le champ une fois les planches de semis façonnées. Il faut donc respecter toutes les règles d'hygiène.

Les populations de microorganismes du sol peuvent demeurer minimes pendant plusieurs mois après la fumigation. Passé ce temps, le terrain fumigé recommencera à être colonisé. Dans une plantation de ginseng, la rapidité avec laquelle s'effectue la recolonisation par les agents pathogènes dépend des mesures qui sont prises pour assurer l'hygiène de la plantation et empêcher le vent d'y déposer du sable et de la terre venus d'ailleurs, et de la circulation de l'eau de surface. Les agents pathogènes peuvent arriver dans une plantation nouvelle par l'intermédiaire des machines, des animaux, des personnes qui y travaillent, de la terre non fumigée et de l'eau qui ruisselle en surface. La paille n'est pas en général une source d'agents pathogènes du ginseng.

Formation des planches et ensemencement

Une fois le terrain bien préparé, il faut déterminer l'orientation des planches (billons) de culture (voir les PLANCHES 4 et 5, page 85). Deux facteurs entrent en ligne de compte :

1. Les planches doivent être orientées de façon à favoriser la circulation de l'air dans la plantation. Il faut donc tenir compte de la direction des vents dominants. L'air doit balayer la plantation dans le sens de la longueur.
2. Les planches doivent être façonnées de façon que l'eau de surface s'écoule d'elle-même hors de la plantation.

Avant de semer le ginseng, il faut installer les poteaux qui serviront à soutenir les ombrières (voir la section *Gestion de l'ombrage*, page 35). Après l'installation des poteaux, on façonne les planches de semis. Certains producteurs préfèrent façonner les planches avant d'installer les poteaux.

On peut utiliser diverses sortes de semoirs pour semer le ginseng (voir la PLANCHE 6, page 85). Se reporter au tableau 4–1, *Taux de semis et peuplement obtenu (avec une germination à 100 %)*, page 39, pour les taux de semis employés couramment et les densités de peuplement qui y correspondent. Les doses de semences varient d'ordinaire de 89 à 112 kg/ha (80 et 100 lb/acre). Le ginseng peut être semé n'importe quand après le milieu de l'été. Il faut veiller à ce que les semences stratifiées ne soient pas entreposées, avant le semis, à une température inférieure à 8 °C car, dans ce cas, la dormance peut se prolonger et les semences risquent de germer seulement au deuxième printemps suivant la plantation au lieu de germer au printemps suivant.

Gestion de la température du sol et de l'humidité

On peut agir sur la température du sol en posant un paillis sur les planches de semis. Une fois que les planches sont ensemencées, il est important de poser le paillis immédiatement. Si le paillage est retardé, les semences qui viennent d'être mises en terre risquent de se dessécher et de ne pas germer le printemps suivant. Le paillis le plus couramment utilisé est la paille de seigle, d'avoine ou de blé. Certains indices donnent à penser que, dans certaines conditions de milieu, la paille de seigle utilisée comme paillis peut avoir un comportement allélopathique envers le ginseng. En d'autres termes, la paille de seigle aurait la capacité d'entraver la germination des semences de ginseng et de diminuer la vigueur des plants. Mais cette allélopathie ne se manifeste que lorsque certaines conditions de milieu sont réunies.

Habituellement, on pose une couche de 5–10 cm (2–4 po) de paille sur les planches de ginseng (voir la PLANCHE 7, page 86). Certains producteurs sèment de l'avoine comme culture de couverture, à raison de 2–3 boisseaux à l'acre, au moment où ils sèment le ginseng. En germant durant l'automne, l'avoine contribuera à ancrer le paillis, puis elle mourra durant l'hiver. La recherche a montré que le ginseng n'en subit pas d'inconvénient. On n'a pas non plus constaté que cela améliore le peuplement. Par contre, si on utilise comme paillis de la paille de seigle, le seigle qui germe à l'automne survit à l'hiver et peut se comporter en mauvaise herbe une fois le printemps arrivé.

La présence d'un paillis conserve l'humidité du sol et modère la température du sol. Au-dessous du paillis, le sol reste en général à une température supérieure à –5 °C, même quand l'hiver est très rigoureux. Cette température est en effet critique à l'égard du développement de la rouille de la racine. Les racines seront endommagées si la température du sol tombe au-dessous de –4 °C. La recherche a montré que des racines d'un an sont endommagées par des températures inférieures à –11 °C et que les racines de trois ans sont endommagées à des températures inférieures à –16 °C.

Le paillis aide aussi à prévenir le déchaussement, ou soulèvement hors du sol, des racines au printemps. Le sol se réchauffe de façon plus progressive au printemps et les fluctuations de la température d'un sol paillé ne sont pas aussi amples. C'est souvent sur le bord des planches, à l'endroit où le paillis est le plus mince, que l'on trouvera des racines qui se sont soulevées. Celles-ci sont souvent endommagées par le gel et deviennent la proie d'agents pathogènes, comme *Pythium*, qui sont peu redoutables en temps normal. Les fluctuations de température peuvent causer plus de dommages aux racines et aux semences qu'un froid prolongé.

Gestion de l'ombrage

L'érection d'une structure d'ombrage permet d'influer à la fois sur la température qui règne au niveau des plants de ginseng et sur la luminosité. La croissance du ginseng est optimale lorsque les rayons du soleil sont filtrés à 75–80 %. Pour obtenir ce degré d'ombrage, on doit utiliser soit des lattes de bois posées à 2,5 cm d'intervalle sur un cadre de soutien en bois, soit un filet ombrière (une toile de polypropylène à tissage adapté spécifiquement aux besoins d'ombrage du ginseng). On trouve trois types d'ombrières pour la culture du ginseng :

- Ombrière basse en lattes (ou claies) de bois (voir la PLANCHE 8, page 86), à environ 1,8–2,5 m (6–8 pi) de hauteur : cette structure nécessite des poteaux de soutien en bois et des lattes de bois reposant sur des lisses en bois.
- Ombrière basse à filet, à 1,8–2,5 m (6–8 pi) de hauteur (voir la PLANCHE 9, page 86) : cette structure nécessite des poteaux de soutien en bois et une toile en polypropylène tendue sur des longerons métalliques.
- Ombrière haute à filet, à environ 3–3,7 m (10–12 pi) de hauteur, cette structure nécessite des poteaux de métal et une toile de polypropylène tendue sur des longerons métalliques.

La température de l'air situé entre les plants de ginseng et le matériau d'ombrage dépend du type de structure érigé. Une ombrière basse en bois et une ombrière haute à filet procurent plus de fraîcheur l'été qu'une ombrière basse à filet. Sous cette dernière, la température et l'humidité restent élevées tant pendant le jour que pendant la nuit, sauf si l'on pratique des ouvertures de ventilation pour laisser passer l'air chaud. Par contre, l'emploi d'une ombrière basse à filet peut favoriser une légère augmentation de la taille des racines. Cette augmentation serait attribuable au fait que la chaleur

défavorise le développement des graines. Voir la section intitulée *Formation des fleurs*, page 37, pour plus de détails sur le développement des fleurs et des graines chez le ginseng. Dans une plantation de ginseng, il faut éviter soigneusement les zones où la circulation de l'air est insuffisante. Les plantations installées dans des zones protégées en bordure de terrains boisés connaissent en général une incidence plus élevée de maladies foliaires et de maladies des racines.

4. Floraison du ginseng et développement des graines

Fleurs de ginseng

Formation des fleurs

L'inflorescence du ginseng est une ombelle — un bouquet composé de nombreuses fleurs dont les pédicelles rayonnent à partir d'un même point sur la tige. À partir de la troisième année, le plant de ginseng émet une tige florale qui s'insère à la jonction des feuilles et de la tige. Il peut arriver que des plants de ginseng fleurissent dès la deuxième année, mais en général, les fleurs apparaissent la troisième année et les années d'après. La floraison se produit pour ainsi dire en trois vagues successives, les fleurs du pourtour de l'ombelle s'ouvrent en premier et les fleurs du centre en dernier. La maturation des baies s'échelonne de la même façon.

La floraison du ginseng s'étale sur une période de 6 à 8 semaines à partir de la fin juin. Durant cette période, l'inflorescence porte simultanément des boutons, des fleurs et des baies. Les fleurs du ginseng sont petites et discrètes. Elles ont 5 pétales blanc verdâtre qui mesurent de 2 à 3 mm de largeur.

Pollinisation

Les fleurs d'une même ombelle se pollinisent entre elles, mais les fleurs de plants différents peuvent aussi se polliniser avec l'aide de pollinisateurs. Les abeilles butineuses semblent être les principaux pollinisateurs naturels, mais elles ne sont pas indispensables à la fécondation des fleurs du ginseng.

Baies et graines de ginseng

Les graines se développent d'ordinaire sur 80 à 90 % des plants qui fleurissent. Par temps chaud et sec, cette proportion peut chuter à 50 %. Les conditions météorologiques peuvent entraîner l'avortement des graines en contrariant la pollinisation ou le développement des graines. Des conditions qui causent l'avortement peuvent se produire sous certains types d'ombrière par temps très chaud. Sous une ombrière basse à filet, l'air peut devenir très chaud durant la journée et, si cette condition persiste, peut provoquer l'avortement des fleurs. Le relèvement du filet ombrière par endroits pour laisser passer l'air chaud permet de diminuer ce risque.

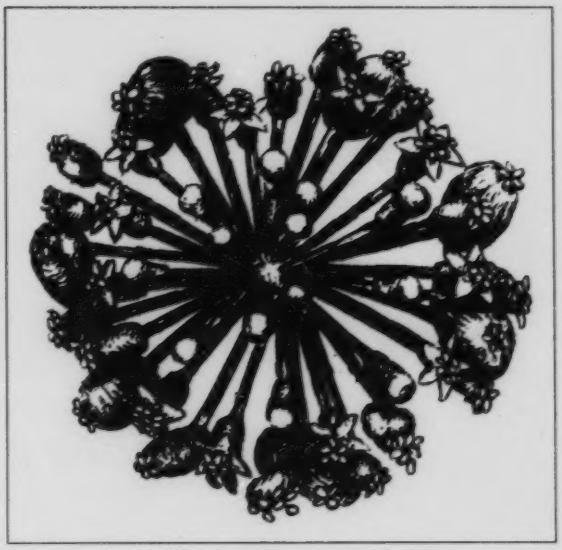


FIGURE 4–1.
Inflorescence de ginseng portant simultanément des boutons floraux, des fleurs et des baies.

De quatre à six semaines après le début de la floraison, les baies de ginseng sont suffisamment mûres pour être récoltées. Les baies sont rouge vif à maturité. Chaque baie contient généralement deux graines, bien que l'on puisse à l'occasion en trouver une seulement, ou trois. Chaque ombelle peut contenir de 30 à 40 baies et donc produire de 60 à 80 graines.

Développement de l'embryon

Embryon de ginseng

L'embryon du ginseng est immature au moment de la récolte des graines (voir la PLANCHE 10, page 86). Une période de 16 à 22 mois, après la récolte, est nécessaire pour que les graines de *Panax quinquefolius* soient prêtes pour la germination. Cette période de conditionnement des graines s'appelle la « stratification ». Un régime de température où se succèdent une période fraîche, une période chaude et une période fraîche est nécessaire au développement de l'embryon.

La longueur d'un embryon normal, à la récolte, est d'environ 0,5 mm. Au moment où la graine se fendille

FIGURE 4–2.
Germination de la graine de ginseng

pour laisser sortir le germe, l'embryon mesure 5,0 mm. Une partie de ce développement (environ 50 %) se produit avant la mise en terre de la graine et l'autre partie, après.

Une façon de s'assurer que la stratification se déroule bien consiste à mesurer la taille de l'embryon. Un embryon qui est trop petit au moment du semis risque de ne pas germer le printemps suivant. Au moment du semis, l'embryon doit mesurer de 2 à 3 mm de long.

Taille des graines

La récolte des inflorescences se fait en un seul passage et entraîne donc la production de lots de graines dont la taille varie beaucoup. La taille des graines influe sur la germination et la vigueur des plants. Il y a tout lieu de penser que les semences ayant un diamètre de 4,8–5,6 mm (ce qui correspond dans le commerce aux calibres 12–14) sont celles qui garantissent une bonne production. Si on utilise des semences de diamètre inférieur à 4,8 mm ou des semences très grosses, de plus de 5,6 mm de diamètre, la levée peut être moins bonne et les plants auront des racines plus petites à la fin de leur période de culture.

Épreuves permettant de vérifier la qualité des semences de ginseng

Il est difficile de vérifier la faculté de germination des semences de ginseng à cause de la nécessité de la stratification. Cependant, on peut évaluer leur viabilité. Il existe une épreuve chimique qui révèle si un embryon respire. On l'appelle souvent le test du « tétrazolium » parce que la teinture de tétrazolium qui est utilisée sur le papier réactif, initialement incolore, vire au rose quand il y a respiration. L'épreuve doit être réalisée par une personne d'expérience qui peut interpréter correctement le changement de couleur.

Semis

Les parcelles de ginseng sont semées à la machine. Les producteurs de ginseng peuvent trouver dans le commerce une variété de matériels allant du semoir ordinaire, où les semences tombent par gravité, au semoir pneumatique de précision. Dans toutes les

TABLEAU 4–1.
Taux de semis et peuplement obtenu (avec une germination à 100 %)

Taux de semis (lb/acre)	Taux de semis (kg/ha)	Nombre de plants au m^2 (avec 100 % de germination)
80	89	161
85	95	172
90	100	182
95	106	193
100	112	204
110	123	225
115	128	236
120	134	247

régions où se trouvent plusieurs producteurs de ginseng, il y a en général des entrepreneurs qui exécutent ce travail à façon. Ceux-ci utilisent un matériel qui exécute en un passage le façonnage des billons et l'ensemencement proprement dit.

Levée du ginseng

Les semences de ginseng germent au cours du printemps qui suit le semis. Dans les plantations de deux ans et plus, la végétation reprend en général au cours de la première quinzaine de mai. La germination des semences peut être perturbée par les températures auxquelles les semences vertes, et parfois les semences stratifiées, ont été entreposées avant le semis. Les semences entreposées au froid attendent parfois toute une année de plus avant de germer. Les chercheurs ont essayé de trouver un moyen pour raccourcir la période de dormance naturelle du ginseng, mais avec des résultats erratiques, et le taux de germination des semences ainsi conditionnées varie de 25 à 80 %.

Taux de semis

Un kilogramme de semences peut contenir de 11 000 à 19 000 semences (5 000–8 500 semences/lb). La variation est fonction de la taille des semences et de la teneur en humidité. Le ginseng est semé à raison de 89–112 kg/ha (80–120 lb/acre). Voir le tableau 4–1, *Taux de semis et peuplement obtenu (avec une germination à 100 %)*, ci-dessus.

Peuplement

Les études ont montré que le ginseng s'éclaircit de lui-même de sorte qu'au bout de trois ans on ne compte plus que 80–100 plants/m^2 et, au bout de 4 ans, 35–70 plants/m^2, quel que soit le peuplement obtenu la première année.

La recherche a montré que plus le peuplement est dense durant la première année de développement, plus les racines seront minces. C'est en choisissant le taux de semis que les producteurs peuvent agir sur la forme que les racines pour qu'elles répondent à ce qui est recherché sur leurs marchés. Des taux de semis élevés permettent d'obtenir davantage de racines filiformes, mais ce n'est pas le seul facteur qui entre en jeu. Les racines filiformes peuvent aussi être le résultat d'une texture du sol — plus le sol est meuble, plus les racines seront longues et minces.

Suppression des fleurs du ginseng

Effets de la suppression des fleurs

De récentes recherches ont montré que l'on peut agir sur la grosseur des racines de ginseng en supprimant l'inflorescence dès que la tige florale s'ébauche. Celle-ci apparaît au printemps dès la reprise de la végétation. Quand on la supprime dès le début de la saison, le développement des racines s'en trouve de beaucoup stimulé. Les producteurs doivent choisir entre laisser se développer les inflorescences pour récolter les semences ou récolter des racines plus grosses.

Certains plants de deuxième année portent des boutons floraux, mais en général, il faut attendre la troisième année pour obtenir une récolte de semences. La plupart des plantations donnent en moyenne 336 kg/ha (300 lb/acre) de semences, mais cela peut aller jusqu'à 560 kg/ha (500 lb/acre). La décision de supprimer les fleurs doit être prise au début de la saison, ce qui ne va pas sans un certain risque. Certains producteurs choisissent de supprimer les inflorescences et de laisser une partie seulement de leur champ monter en graines. Durant une saison chaude et sèche, en particulier, sous une ombrière basse à filet, la température très élevée peut provoquer l'avortement des graines peu de temps après la fécondation. La pratique de la suppression des fleurs est un des facteurs qui influent sur l'offre et le coût des semences sur les marchés.

Développement des boutons floraux

Quand le ginseng sort de terre au printemps, la tige florale est déjà en formation. On peut voir l'ébauche de la tige florale se développer à partir de la jonction des tiges, chez les plants de 2 ans et plus. Dès que les feuilles se sont déployées, la tige florale commence à s'allonger. À la fin de sa croissance, l'inflorescence dépasse de plusieurs pouces le feuillage du plant. Une inflorescence typique produit une quarantaine de baies. Chaque baie contient généralement deux graines.

TABLEAU 4–2.
Matrice de décision — Suppression des inflorescences

	Racines @ 20 $/lb	Racines @ 30 $/lb	Racines @ 40 $/lb	Racines @ 50 $/lb
Semences @ 20 $/lb	(4 000 $)	(9 000 $)	(14 000 $)	(19 000 $)
Semences @ 30 $/lb	(1 000 $)	(6 000 $)	(11 000 $)	(16 000 $)
Semences @ 40 $/lb	2 000 $	(3 000 $)	(8 000 $)	(13 000 $)
Semences @ 50 $/lb	5 000 $	—	(5 000 $)	(10 000 $)
Semences @ 60 $/lb	8 000 $	3 000 $	(2 000 $)	(7 000 $)
Semences @ 70 $/lb	11 000 $	6 000 $	1 000 $	(4 000 $)
Semences @ 80 $/lb	14 000 $	9 000 $	4 000 $	(1 000 $)
Semences @ 90 $/lb	17 000 $	12 000 $	7 000 $	2 000 $
Semences @ 100 $/lb	20 000 $	15 000 $	10 000 $	5 000 $

Croissance des racines

Une fois les feuilles déployées, le plant canalise l'essentiel de son énergie vers son cycle reproducteur. La croissance des racines est minime durant la formation des graines. Elle reprend vers la mi-juillet quand les baies commencent à rougir. Par conséquent, la suppression de l'inflorescence juste au moment où elle commence à s'allonger incite le plant à réorienter son énergie vers le développement des racines. La recherche a montré que la suppression des inflorescences peut entraîner une augmentation de 25–30 % du poids des racines.

Supprimer ou non les inflorescences — Comment décider

Le tableau 4–2, *Matrice de décision — Suppression des inflorescences,* ci-dessus, compare le rendement économique que l'on obtient dans les deux cas, avec et sans suppression des inflorescences. On prend pour base une plantation de 3 ans, dont le rendement est moyen — 2 800 kg/ha (2 500 lb/acre) — et dont on récolte à la fois les semences et les racines. Quel est monétairement parlant l'avantage de supprimer les inflorescences?

Hypothèses préalables

Avant d'utiliser la matrice, il est nécessaire de faire quelques suppositions : le coût de la suppression des inflorescences est égal au coût du ramassage des semences; le rendement moyen en semences est de 336 kg/ha (300 lb/acre); l'augmentation moyenne du poids des racines est de 560 kg/ha (500 lb/acre).

Interprétation de la matrice

À l'aide de la matrice du tableau 4–2, ci-dessus, déterminons l'incidence économique sur 0,4 ha (1 acre) de ginseng avec et sans suppression des inflorescences. Les chiffres entre parenthèses représentent l'augmentation des recettes attribuable à l'augmentation du poids des racines imputable à la suppression des inflorescences. Les chiffres non entre parenthèses représentent l'augmentation des recettes quand on vend les semences en plus des racines. Ce n'est pas toujours plus rentable de supprimer les fleurs. La vente des semences et des racines sont des événements qui se produisent à des dates futures. Rien ne garantit qu'au moment de la vente les prix seront bons sur les marchés des semences ou des racines.

Par exemple

Supposons que les racines se vendent 20 $ la livre et les semences 20 $ la livre,

- Avec la suppression des inflorescences, les recettes brutes de la vente des racines s'élèvent à 3 000 X 20 $ = 60 000 $.
- Sans suppression des inflorescences, les recettes brutes de la vente des racines et des semences sont de 2 500 X 20 $ + 300 X 20 $ = 56 000 $.
- La différence est de 4 000 $.
- Comme le chiffre de 4 000 $ est entre parenthèses dans la matrice, cela veut dire que, dans ce cas, la suppression des inflorescences rapportera 4 000 $ de plus en recettes brutes que de laisser les semences se développer et de vendre les semences et les racines.

En d'autres termes, le producteur gagnera 4 000 $ de plus en supprimant les inflorescences et en récoltant une plus grande quantité de racines qu'en vendant une récolte moyenne de racines en plus des semences.

Par contre, si les racines se vendent à 20 $/lb et les semences à 40 $/lb, on peut tirer 2 000 $ de plus si les fleurs ne sont pas supprimées et que l'on vend les semences et les racines, même quand le poids des racines est inférieur.

5. Récolte et manutention des semences et des racines

Récolte et manutention des semences de ginseng

Récolte des baies du ginseng

On récolte les baies du ginseng quand elles sont rouges (voir la PLANCHE 16, page 87). Cette couleur indique que l'embryon est suffisamment développé pour supporter la température de stratification. Les baies de ginseng sont récoltées à la main. Les graines contenues dans des baies bien mûres et rouges donnent de meilleurs résultats à la levée que les graines de baies récoltées vertes.

Dépulpage des baies de ginseng

Les baies sont habituellement déposées dans des paniers d'un boisseau. Elles doivent être dépulpées avant d'être placées dans les caisses de stratification. Il faut environ 2 kg (4,5 lb) de baies pour obtenir 0,45 kg (1 lb) de graines. Pour débarrasser les graines de la pulpe qui les entoure, on peut aussi mettre les baies dans des sacs de jute et les laisser dans un local frais où on les laisse pourrir. Le danger de ce procédé est le risque accru d'infection des graines par *Botrytis* et *Alternaria,* des moisissures communes qui se développent sur les baies en décomposition.

Il est préférable de dépulper les baies à l'aide d'une dépulpeuse mécanique (voir la PLANCHE 17, page 87) dans les deux jours qui suivent la cueillette. Les baies passent dans la machine (un broyeur modifié) qui utilise de l'eau pour séparer la pulpe et les graines. L'eau chargée de pulpe peut être épandue sur le champ et incorporée à la terre. Il ne faut pas la rejeter dans un cours d'eau ou un plan d'eau, car la décomposition de la pulpe y entraînera un déficit en oxygène biologique.

Manutention des semences vertes

Les graines qui viennent d'être débarrassées de leur pulpe sont appelées des « semences vertes » (voir la PLANCHE 18, page 87). Les semences vertes doivent être entreposées dans une atmosphère humide à une température située entre 8 °C et 10 °C. On peut les entreposer avec succès à une température de 5 °C, mais au-dessous de ce seuil, il y a un risque que leur germination soit retardée, c'est-à-dire qu'elles lèvent seulement deux ans après le semis, au lieu d'un an.

D'ailleurs, même quand les précautions ont été observées en matière de température, il y a souvent un petit pourcentage de semences qui attendent la deuxième année pour germer.

Quand on enterre les caisses de semences vertes pour la stratification, la température du sol doit être inférieure à 15 °C. Si le sol est trop chaud quand les semences sont enterrées, il y a un risque de germination hâtive. Les températures à l'intérieur d'une caisse de stratification tombent rarement au-dessous du point de congélation et s'élèvent rarement au-dessus de 20 °C (voir la PLANCHE 19, page 88).

Stérilisation de la surface des semences

Les semences vertes doivent être placées dans des sacs de jute après le dépulpage et avant la stratification. Cela permet à l'eau excédentaire de s'égoutter, mais on peut ajouter sans risque de l'eau pour maintenir l'humidité. Juste avant d'être déposées dans la caisse de stratification, les graines doivent subir un trempage dans une solution de formaldéhyde.

- Utiliser 1 partie de formol (à 37 % de formaldéhyde) dans 140 parties d'eau.
- Faire tremper les semences pendant 25 minutes.
- Rincer avec de l'eau claire.
- Sécher en surface seulement — ne pas laisser les semences se dessécher.
- Mélanger les semences avec le sable et remplir la caisse de ce mélange.

Stratification des semences de ginseng

Les graines dépulpées sont traitées et placées dans une caisse pour y subir la stratification. Les semences sont mélangées avec du sable à raison d'une partie de semences pour deux ou trois parties de sable, en volume (voir la PLANCHE 20, page 88).

La méthode traditionnelle de stratification se déroule dans des caisses qui sont enfouies dans le sol. Depuis quelques années, un nombre croissant de producteurs stratifient les semences, sans les enterrer, dans une enceinte à température contrôlée.

Stratification en terre

- Mélanger les semences avec du sable propre à raison d'une partie de semences pour deux ou trois parties de sable, en volume.
- Placer le mélange semences et sable dans les caisses de stratification (voir la PLANCHE 21, page 88). Les caisses en plastique dont les parois sont suffisamment perforées pour permettre un bon drainage sont idéales; en effet, les caisses en bois présentent l'inconvénient de transmettre les maladies d'une année à l'autre. On recommande de terminer par une couche de 15–20 cm de sable seul ou de paille pour éviter que la dernière couche de semences se dessèche.
- Enfouir les caisses dans le sol de façon que la couche supérieure de semences soit au moins à 20 cm au-dessous du niveau du sol. À cette profondeur, les variations de température sont minimes. Les semences de ginseng sont sensibles aux variations de température durant la stratification. La chaleur excessive peut hâter la germination, tandis que le froid peut la retarder.
- Les caisses de semences ne doivent pas être enterrées dans le sol d'un terrain boisé, ou d'une bordure de champ arborée ou d'un terrain qui a été déboisé depuis peu de temps. Certaines cultures comme le trèfle peuvent héberger *Cylindrocarpon* sans être elles-mêmes infectées. Les semences enfouies dans ces zones courent un risque plus élevé d'infection.

Stratification hors de terre

La recherche a montré qu'il est possible de stratifier les semences de ginseng sans les placer dans la terre, mais dans un local dont la température est contrôlée. Par contre, ce procédé peut se solder par des taux de germination médiocres si la température est trop élevée pendant la période de stratification chaude ou si celle-ci dure trop longtemps. Le meilleur taux de germination qu'on puisse espérer avec ce procédé est de 80 %. Le taux de germination peut tomber à 20 % si la température ou l'humidité sont mal maîtrisées.

- Mélanger les semences vertes avec du sable comme pour la stratification en terre (1 partie de semences pour deux ou trois parties de sable, en volume).
- Placer le mélange semences et sable dans des caisses en plastique. Faire attention que le contenu des caisses ne se dessèche pas.
- Garder les semences à 2 °C pendant 9 mois.
- Puis garder les semences pendant 3 $^{1}/_{2}$ mois à 15 °C. Durant ce temps, l'embryon se développera et passera de 0,5 mm à approximativement 3 mm. La température à ce moment est importante et déterminera le taux de germination. Il a été montré qu'il est préférable de garder les semences à 15 °C plutôt qu'à 20 °C. Se rappeler que la stratification des semences de ginseng exige une période fraîche, puis une période chaude, pour finir par une période fraîche. Les semences subissent la deuxième période fraîche quand elles sont mises en terre dans les planches de semis.

Récolte des racines de ginseng

Les racines de ginseng sont récoltées avec une arracheuse de pommes de terre modifiée (voir la PLANCHE 22, page 88). Avant de pouvoir récolter les racines, il faut retirer les ombrières et débarrasser la surface des planches de tous les débris végétaux et du paillis. Après plusieurs passages de l'arracheuse de pommes de terres, la grande majorité des racines auront été haussées hors de terre. La plupart du temps, les producteurs les ramassent à la main, mais il existe une machine qui fait ce travail.

Ginsénosides et polysaccharides

On considère que les ginsénosides sont les principaux composés actifs du ginseng, mais on a également isolé dans les racines un certain nombre de polysaccharides. Deux importantes mesures de la qualité des racines de ginseng sont la teneur en ginsénosides et la teneur en polysaccharides. Les ginsénosides sont un mélange complexe de composés appelés saponosides triterpéniques, et les polysaccharides sont un mélange de sucres complexes. Ces composés chimiques varient du point de vue de la qualité comme de la quantité selon les pratiques qui ont été utilisées pour la culture des racines.

Un certain nombre de ginsénosides distinctifs ont été mis en évidence dans le ginseng d'Amérique du Nord (*Panax quinquefolius*) à l'aide d'une méthode d'analyse chimique, la chromatographie liquide à haute performance (CLHP). Des ginsénosides ont été isolés dans les racines, les tiges, les feuilles et les inflorescences de ginseng, mais seules les racines sont exploitées commercialement.

On associe constamment au ginseng d'Amérique du Nord les ginsénosides Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rg1, Ro; les malonyl-ginsénosides mRb1, mRb2, mRc, mRd et le gypénoside XVII. Une des caractéristiques distinctives du ginseng d'Amérique du Nord est l'absence du ginsénoside Rf qui est présent dans le ginseng d'Asie.

Âge des racines

Dans les conditions de la culture commerciale, la concentration totale de ginsénosides dans les racines de ginseng augmente avec l'âge de la plante au long des 4 années qu'elles restent en terre. L'augmentation la plus forte (environ les deux tiers) concerne les ginsénosides Rb1, mRb1 et Re. La teneur totale en ginsénosides passe d'environ 3 % l'année 1 à environ 8 % l'année 4. Les teneurs en ginsénosides n'augmentent pas indéfiniment et semblent plafonner à partir de l'année 6.

Les teneurs en sucres et en amidon des racines ne varient pas beaucoup avec l'âge de la racine. La concentration de sucre s'élève durant les quatre premières années pour passer de 3 % l'année 1 à 6 % l'année 4. Durant ce temps, la concentration d'amidon affiche une légère diminution de même ordre, tombant d'environ 55 % l'année 1 à environ 49 % l'année 4.

Taille et forme des racines

Les chercheurs n'ont observé aucune différence dans la teneur totale en ginsénosides des racines, laquelle, au cours des essais, a oscillé entre 2 et 8 grammes en poids sec. Le poids frais moyen d'une racine de ginseng à 3 ans est d'environ 20 grammes. Une racine pesant 20 grammes à l'état frais pèse d'ordinaire 5 grammes une fois sèche. Les racines pesant moins de 2 grammes ont une teneur totale en ginsénosides légèrement plus élevée que les racines plus grosses. Les racines secondaires et les radicelles en contiennent la plus grande concentration.

La forme des racines (filiforme ou fuselée) n'influe ni sur la teneur individuelle ni sur la teneur totale en ginsénosides.

Date de la récolte et teneur en matière sèche

La date de la récolte, quand elle reste dans une certaine plage de temps normale, n'influe pas sur la teneur en matière sèche des racines de ginseng. Les taux d'humidité et de matière sèche ne changent pas d'août à novembre.

Date de la récolte et teneur en amidon

La concentration en amidon diminue quand la récolte est retardée. Environ 80 % de l'amidon perdu s'est transformé en sucrose et 20 % en d'autres formes de glucides, probablement des polysaccharides. Cette augmentation caractéristique de la concentration de sucres a été observée dans la pomme de terre et le panais et sert à protéger la racine ou le tubercule contre le gel.

Date de la récolte et couleur de la racine

Les racines récoltées de la mi-août à la mi-septembre sont de couleur légèrement plus foncée que les racines récoltées plus tard à la fin de l'automne.

Date de la récolte et teneur en ginsénosides

La teneur totale en ginsénosides diminue après la mi-septembre et, en novembre, elle peut avoir diminué d'environ 14 %. Les racines contiennent moins de certains ginsénosides (Rb1, Rb2, Rc, Rd et mRd) et de gypénoside XVII quand la date de récolte est retardée de la mi-août à la mi-novembre.

Conditionnement des racines de ginseng

Les racines récoltées sont entreposées dans un local réfrigéré où règne une atmosphère fraîche et humide pendant 2–6 semaines pour être « conditionnées » (voir la PLANCHE 23, page 88). Les racines conditionnées sont ensuite lavées (voir la PLANCHE 24, page 88) et rangées sur des plateaux pour subir un séchage dans un séchoir à air pulsé. Le ginseng perd environ 75 % de son poids frais durant le séchage.

Avantages du conditionnement des racines

Le conditionnement des racines dans une atmosphère fraîche, avant le passage dans le séchoir, semble avoir surtout pour effet de rider la surface des racines et de la colorer. Les racines dont la surface est ridée et sombre sont souvent préférées sur le marché. Après 40 jours d'entreposage au frais, à une humidité relative de 85–90 %, les racines peuvent perdre 27 % de leur poids d'origine (l'humidité diminue de 25,5 % et la matière sèche de 1,5 %). On n'observe pas de ratatinement important tant que la perte d'humidité n'a pas atteint 20 %.

Température de conditionnement des racines

La température optimale durant le conditionnement post-récolte semble se situer entre 3 °C et 8 °C. Des recherches antérieures ont montré que les racines tenues à une température constante peuvent rester vivantes à –5 °C tandis que les fluctuations de la température entre –3 °C et 20 °C peuvent les faire mourir. On comprend donc qu'il est important d'avoir un système fiable de contrôle de la température.

Température de conditionnement des racines et teneur en matière sèche

Aux températures normales de conditionnement, la teneur en matière sèche diminue légèrement, d'environ 1,5 %, à cause de la respiration pendant les

14–21 premiers jours. La teneur en matière sèche des racines fraîches est d'environ 30 %, mais elle varie avec l'âge. Des racines d'un an ont une teneur en matière sèche d'environ 24,9 %, tandis que des racines de 4 ans ont une teneur en matière sèche d'environ 30,9 %.

Température de conditionnement des racines et teneur en amidon

L'essentiel de la transformation de l'amidon en sucrose se produit lorsque la température est située entre 3 °C et 8 °C. À des températures de conditionnement extrêmes, de –2 °C et de 13 °C, le taux de transformation de l'amidon en sucrose est moins élevé. Les racines demeurent vivantes durant le processus du conditionnement. Durant leur conditionnement à une température comprise entre 3 °C et 8 °C, les racines récoltées en août, septembre et octobre affichent une baisse de la concentration d'amidon et une augmentation de la concentration de sucre durant les 30 premiers jours de ce traitement. Les concentrations d'amidon ou de sucre ne changent plus après 30 jours. Pour les racines récoltées en novembre, la plus grande partie de l'hydrolyse de l'amidon en sucres s'est déjà produite au champ, et le conditionnement supplémentaire à basse température ne provoque pas de nouvelle hydrolyse de l'amidon.

Température de conditionnement des racines et teneur en ginsénosides

La teneur totale en ginsénosides baisse d'environ 7 % quand on conditionne les racines à –2 °C. Les températures de conditionnement situées entre 3 °C et 13 °C n'influent pas sur la teneur en ginsénosides.

Température de conditionnement et couleur des racines

Les racines deviennent nettement plus foncées quand elles sont exposées à une température de –2 °C. À 13 °C, leur couleur devient seulement légèrement plus foncée.

Longueur du conditionnement des racines

La durée du conditionnement influe sur la concentration de sucre dans les racines qui ont été récoltées en août, septembre et octobre, mais non sur celle des racines récoltées en novembre. La concentration maximale est atteinte après 30 jours de conditionnement (sauf pour les racines récoltées en novembre). Des différences minimales de couleur et une légère élévation de la teneur en ginsénosides (d'environ 0,6 %) se produisent durant les 30 premiers jours du conditionnement.

Séchage des racines de ginseng

Après le conditionnement, les racines de ginseng sont lavées (voir les PLANCHES 25 et 26, page 89). Il est important de veiller à ce que ce lavage ne soit pas trop rigoureux, si l'on veut éviter que la surface des racines ne pâlisse, ce qui pourrait en réduire la valeur marchande.

Les racines lavées sont placées sur des plateaux (voir la PLANCHE 27, page 89) dans un séchoir à air pulsé (voir la PLANCHE 28, page 89) jusqu'à ce que leur teneur en humidité tombe à environ 5–8 %. La teneur en humidité des racines, après ce séchage artificiel, est légèrement plus élevée quand les racines n'ont pas subi de conditionnement. Les racines conditionnées mettent légèrement plus longtemps pour sécher (voir la PLANCHE 29, page 89). Le poids moyen d'une racine de 3 ans séchée est de 5 grammes. Après séchage, les racines sont triées et emballées dans des barils de carton doublés d'un sac en plastique. Elles peuvent être conservées sans problème au maximum pendant 2 ans.

Température de séchage et teneur en ginsénosides

Les températures optimales de séchage du point de vue de la concentration des ginsénosides semblent se situer entre 32 °C et 38 °C. La concentration des malonyl-ginsénosides diminue si la température passe de 38 °C à 44 °C. La teneur totale en ginsénosides peut être réduite de 26 % lorsque les racines sont séchées à 44 °C, et de 17 % , lorsqu'elles sont séchées à 38 °C, comparativement aux racines qui sont lyophilisées. Seule la teneur en gypénoside XVII augmente lorsque la température de séchage est élevée.

Température de séchage et teneur en amidon

L'hydrolyse de l'amidon (la conversion de l'amidon en sucre) se produit à toutes les températures mentionnées ci-dessus durant le séchage du ginseng par air pulsé. Une plus grande quantité d'amidon se transforme en sucrose quand le ginseng est séché à 32 °C ou à 38 °C, comparativement à 44 °C. Le sucrose est le principal sucre contenu dans le ginseng.

Température de séchage et couleur des racines

La couleur interne des racines devient plus sombre à mesure que la température de séchage s'élève de 32 °C à 44 °C (voir la PLANCHE 30, page 89). À 44 °C, la racine broyée a une couleur tellement foncée que sa valeur est nettement réduite (voir la PLANCHE 31, page 90). La température optimale de séchage est de 38 °C.

6. Maladies et ravageurs

Nématodes

Les nématodes radicicoles et les nématodes cécidogènes peuvent affecter le rendement et la qualité du ginseng.

Le nématode radicicole est commun en Ontario où il profite d'une vaste gamme d'hôtes. On le trouve fréquemment dans les régions où l'on cultive le ginseng. Les racines du ginseng sont particulièrement sensibles aux dommages causés par les nématodes radicicoles au cours de l'année d'ensemencement. Aucun seuil n'a encore été déterminé. La petite taille des racines des semis est un facteur important à considérer dans l'évaluation du nombre de nématodes présents. Les cicatrices laissées sur les petites racines par le nématode qui s'alimente peuvent entraîner la rouille et la formation de ramifications. Ces plaies risquent de favoriser les infections à *Pythium* et à *Fusarium*.

On trouve le nématode cécidogène sur les racines du ginseng. Il provoque la formation de galles, ou nodosités, sur les racines, ce qui les rend impropres à la vente (voir la PLANCHE 38, page 91). L'annexe B, *Service de diagnostic*, page 78, donne la marche à suivre pour obtenir un diagnostic d'infestation par les nématodes.

On recommande une fumigation de présemis dans la plupart des sols où l'on cultive le ginseng. Cette mesure contribue également à lutter contre certaines maladies transmises par le sol, comme les infections à *Pythium* et *Rhizoctonia* qui réduisent la qualité et le rendement du ginseng.

En Ontario, ce sont des entrepreneurs en traitements phytosanitaires qui effectuent la plupart des opérations de fumigation du sol. Les doses recommandées sont d'ordinaire indiquées sous forme de plage (p. ex. 225-450 L/ha), et le traitement peut être effectué à la volée ou en bandes. Il est conseillé d'utiliser des concentrations qui avoisinent la limite supérieure lorsqu'on est aux prises avec une maladie. Il est important de toujours respecter les indications du fabricant concernant la dose et les modes d'emploi.

La présence de mottes de terre et de matière organique nuit à la dissipation des fumigants. Il faut donc laisser à la matière organique enfouie dans le sol le temps de se décomposer pendant 4 à 6 semaines avant d'appliquer le traitement. La plupart des fumigants agissent le mieux à des températures situées entre 10 et 24 °C, à 15 cm de profondeur.

Si le sol est trop sec, les fumigants se dissipent trop rapidement. Dans un sol humide, par contre, les fumigants n'arrivent pas à se dissiper suffisamment et risquent de causer des dommages aux plantes. Il faut toujours respecter les indications du fabricant concernant l'humidité du sol appropriée et la période durant laquelle le sol doit être « scellé ».

Avant de préparer le lit de semence, il faut bien labourer le sol pour l'aérer et dissiper toute odeur de fumigant. Deux semaines d'aération avec une herse à disques travaillant à faible profondeur devraient permettre aux vapeurs de s'échapper.

Il faut faire attention pour ne pas introduire de sol non fumigé dans le lit de semence préparé, car des nématodes et des organismes pathogènes terricoles s'y trouvant pourraient accroître l'incidence de la fonte des semis et des maladies dues à *Rhizoctonia*.

Le tableau 7–1, *Fumigation de présemis*, page 73, contient des recommandations concernant la fumigation des plantations de ginseng.

Insectes

(Le tableau 7–2, *Lutte contre les insectes dans le ginseng*, page 73, contient des recommandations concernant la lutte contre les insectes.)

Vers-gris

Les vers-gris sont des larves de noctuelles (famille des *Noctuidae*). On en recense environ 20 000 espèces dans le monde. Les larves de la plupart de ces espèces vivent sur différentes plantes et causent des ravages importants.

Les espèces de ver-gris qui attaque le ginseng sont attirées par les terres basses, humides et herbagées. On peut trouver jusqu'à 3 boisseaux à l'acre de grains dans la paille utilisée pour recouvrir une plantation de ginseng. L'environnement créé une fois que les grains ont germé est parfait pour le ver-gris. Les espèces attirées dans les plantations varient selon le lieu géographique. Celles qu'on trouve le plus souvent dans le ginseng sont le ver-gris panaché, *Peridroma saucia* (Hbn.), le ver-gris noir, *Agrotis ipsilon* (Hufn.) et le ver-gris moissonneur, *Euxoa messoria* (Harr.).

Les larves du ver-gris atteignent de 3,8 à 5 cm (1 1/2 à 2 po) de longueur. Leur corps est gluant et d'une couleur qui varie du gris au brun, avec des marques foncées. Ce qui les distingue le plus est leur habitude à se recroqueviller en forme de « C » quand elles sont dérangées. Il n'est pas nécessaire de connaître l'espèce de ver-gris présente pour prendre des mesures de lutte efficaces.

Les dommages causés aux semis par les vers-gris peuvent être fatals pour le jeune plant (voir la PLANCHE 39, page 91). Si des vers-gris sont présents dans les plantations de ginseng, la partie supérieure des plantules levées est susceptible d'être complètement attaquée. À la suite d'un tel dommage, de faibles organismes pathogènes comme *Pythium* envahissent facilement les racines.

Parfois, le premier signe d'infestation par le ver-gris est la présence de feuilles coupées, reposant à l'envers sur la paille. Certaines espèces de vers-gris font des trous dans les feuilles, tandis que d'autres attaquent les tiges.

Dans les régions où les hivers sont rigoureux, les noctuelles migrent du sud chaque année. Certaines espèces hivernent sous la forme d'œufs, d'autres sous la forme de petites larves dans le sol. La période de ponte varie selon le lieu géographique. Au cours de la saison de croissance, les larves de vers-gris passent la plupart de leur temps à quelques centimètres sous la surface du sol. Ils en sortent dans la soirée et commencent à se nourrir sur la première plante disponible. Cette caractéristique comportementale est très utile dans le choix d'une méthode de lutte efficace.

Méthodes culturales

Éviter ou éliminer les amas de graminées ou de grains, car ils favorisent la ponte.

Méthodes chimiques

L'utilisation d'insecticides est la méthode la plus sûre pour éliminer les vers-gris.

Les dommages causés par les vers-gris dans le ginseng se trouvent, le plus souvent, en périphérie de la plantation. Ainsi, un traitement en périphérie est souvent suffisant. Il est cependant important d'attendre que les dégâts soient apparents et que la présence de vers-gris soit confirmée avant de procéder au traitement.

Le tableau 7–2, *Lutte contre les insectes dans le ginseng*, page 73, contient des recommandations concernant la lutte contre les vers-gris dans les plantations de ginseng en Ontario.

Punaise à quatre raies

Poecilocapsus lineatus (Fabricus)

La punaise à quatre raies se nourrit du ginseng à tous ses stades de vie, mais cause des dommages économiques seulement quand elle s'attaque aux plantules. Cet insecte se nourrit également d'une grande variété de plantes herbacées cultivées et de plantes ornementales ligneuses. Il fait partie de la famille des punaises et est un parent de la punaise terne (*Lygus*).

Dans le nord-est des États-Unis et au Canada, la punaise à quatre raies pond ses œufs au début de l'été, habituellement dans des fentes sur les tiges des plantes ligneuses. L'éclosion des œufs ne se produit que le printemps suivant. Les nymphes commencent

à apparaître autour de la fin mai, selon les conditions météorologiques. En général, elles demeurent sur les plantes où les œufs ont été pondus l'année précédente. Les adultes, quant à eux, sont très mobiles. Ils sont capables de voler vers de nouveaux hôtes pour se nourrir. Ils visitent généralement les plantations de ginseng, et les dommages qu'ils causent sur les plantules sont plutôt sérieux. La punaise à quatre raies adulte s'attaque activement au ginseng à la fin juin et durant tout le mois de juillet. La période où elle fait le plus de ravages est fonction des conditions météorologiques (voir la PLANCHE 40, page 91).

Les ailes antérieures de l'adulte varient du vert vif au jaune et affichent quatre bandes noires distinctes qui s'étendent sur toute la longueur des ailes, d'où le nom commun de l'insecte. Les adultes mesurent environ 7 mm de longueur (voir la PLANCHE 41, page 91). Les jeunes nymphes ont des ébauches alaires à la place des ailes et présentent des marques de couleur vive allant du rouge au jaune.

Les adultes et les nymphes ont tous deux des rostres tranchants qui percent les feuilles du ginseng, ce qui permet à l'insecte de sucer le contenu d'une zone précise de la feuille. L'insecte enlève toute la chlorophylle, et seuls l'épiderme supérieur et l'épiderme inférieur demeurent. En s'alimentant, l'insecte injecte une sécrétion salivaire toxique dans la feuille.

Les taches qui résultent du dommage causé par l'insecte varient d'un hôte à l'autre. Sur le ginseng, les taches sont d'abord de couleur foncée, puis deviennent rapidement blanches ou ocre, et papyracées. Elles ont un diamètre d'environ 1 à 2 mm. Si une feuille est fortement attaquée, les taches se confondront. Comme la chlorophylle est prélevée par les insectes, les plus petites feuilles risquent de ne pas pouvoir utiliser la lumière afin de produire assez d'amidon et de sucres pour nourrir la racine (voir la PLANCHE 42, page 91).

Les dommages causés sur les feuilles plus âgées portent moins à conséquence. Même si la feuille est fortement attaquée, la grande partie de sa surface garde sa chlorophylle. En fait, il faut que plus de 50 % de la surface foliaire soit endommagée pour que la croissance des racines soit affectée (voir la PLANCHE 43, page 92).

Méthodes culturales

Dans certains cas, il est possible d'attirer l'insecte sur une culture-piège pour le garder loin des plantations de ginseng. La punaise à quatre raies préfère les plantes de la famille des menthes. De récentes études ont montré que cette préférence était assez forte pour garder les insectes loin des plantations de ginseng. Des études menées en Ontario ont prouvé qu'un seul plant de menthe installé à l'extérieur d'une zone de culture du ginseng préservera ce dernier, si la densité de population est normale (voir la PLANCHE 44, page 92). La menthe peut devenir envahissante, mais reste facile à maîtriser si elle est plantée dans un drain ou un autre dispositif capable d'empêcher les racines de s'étendre. On peut détruire la menthe après l'année de semis car la punaise à quatre raies ne cause habituellement aucun dommage important aux plantes âgées.

Cette étude très intéressante n'a toutefois pas été réalisée dans des conditions de haute densité de population d'insectes. L'importance de la population de la punaise à quatre raies varie d'année en année. Outre les cycles normaux dans leur population, le nombre de punaises varie également en fonction des conditions météorologiques. Les populations sont supérieures au cours des saisons plus chaudes.

Méthodes chimiques

Si le traitement a lieu dès l'apparition des dommages, les insecticides peuvent venir à bout de la punaise à quatre raies mais, comme cet insecte est très mobile, il risque d'avoir quitté la plantation avant que le traitement ait produit son effet. Voir les recommandations figurant au tableau 7–2, *Lutte contre les insectes dans le ginseng*, page 73.

Cochenille dorée

Asterolecanium arabidis (Signoret)

Le ginseng est parfois affecté par la cochenille dorée, aussi appelée cochenille du seringa. On trouve cet insecte dans les États de l'Est, du Centre-nord et de la Côte Pacifique ainsi que dans l'est du Canada. La cochenille dorée s'attaque à de nombreuses espèces de plantes ligneuses et herbacées. Le seringa, le troène et le frêne vert sont ses hôtes préférés. On la rencontre

également chez des membres de la famille des Araliacées, à laquelle appartient le ginseng.

La cochenille adulte est de forme ovale et mesure 3–4 mm de longueur. La couleur de sa coquille varie du blanc au brun et la surface dorsale est fortement convexe (voir la PLANCHE 45, page 92).

Lorsque l'insecte se nourrit, il forme habituellement des cavités sous lui. Une fois fixé à la plante, l'insecte reste immobile.

La cochenille dorée s'accroche à la tige et aux pétioles des feuilles de ginseng. Quand elle se nourrit, une substance toxique contenue dans sa salive est injectée dans la plante, ce qui a pour effet de nuire à la croissance de la tige et des pétioles et d'entraîner leur torsion (voir la PLANCHE 46, page 92). Les plantes affectées restent petites, bien en-dessous du feuillage normal et ont, par conséquent, beaucoup de difficulté à nourrir leurs racines. Si la cochenille se fixe au pédoncule de la fleur, celui-ci s'enroulera vers le bas, ce qui limite la production de graines.

On constate les dommages causés par la cochenille dorée vers la fin de la saison de végétation. La cochenille est un ravageur occasionnel que l'on trouve parfois dans les plantations voisines de zones boisées. Il est conseillé d'arracher les plants infestés pour limiter la propagation de ce ravageur.

Tordeuses

***Archips purpurana* (Clem.), *Argyrotaenia velutinana* (Wlk.) (tordeuse à bandes rouges)**

Les tordeuses peuvent s'attaquer au ginseng depuis la levée des plantules jusqu'en août. L'espèce la plus commune, *Archips*, est un ravageur courant en forêt qu'on retrouve chez des hôtes tels que le bleuet, la fraise, la violette, le saule, la verge d'or et le sassafras, ainsi que le ginseng. Toutefois, il cause rarement des pertes économiques chez le ginseng.

L'adulte *Archips* est un petit papillon nocturne d'une envergure de moins de 2,5 cm (1 po). Il pond ses œufs sur le ginseng; la nouvelle larve enroule une feuille autour d'elle (voir la PLANCHE 47, page 92). La larve grossit jusqu'à ce qu'elle ait atteint une longueur d'environ 2,5 cm (1 po) (voir la PLANCHE 48, page 92).

La tordeuse sévit surtout après la fin de juin et le plus souvent dans les vieilles plantations. Les feuilles pendantes et enroulées où se cachent des chenilles sont les symptômes les plus évidents. La chenille mange un côté du pétiole jusqu'à celui-ci plie, mais sans qu'il ne casse. Privée de sève à cause de cette lésion, la feuille flétrit légèrement mais ne meurt pas. Elle sert de refuge à la chenille qui revient s'y abriter après s'être nourrie.

Les tordeuses sont des ravageurs occasionnels du ginseng et sont plus susceptibles d'être rencontrées près des zones boisées. Leur effet sur le rendement n'a pas été mesuré.

Cochenilles farineuses

Acanthococcus dubius

On trouve parfois *A. dubius* dans les plantations de ginseng. C'est une espèce commune dans l'est des États-Unis, aussi loin vers le nord que le Maryland. Cette espèce n'a pas de préférence pour ce qui est de l'hôte; on lui connaît en effet plus de 40 hôtes différents, notamment bon nombre d'arbres, d'arbustes, de fleurs et de mauvaises herbes. Les cochenilles ne semblent pas hiverner dans les États du Nord ni au Canada, mais peuvent parfois être transportées par des souliers et des vêtements. Les producteurs qui offrent des visites guidées de leurs plantations devraient être conscients du fait que leurs invités puissent transporter des ravageurs sur eux.

Les cochenilles sont des insectes au corps mou qui sont habituellement recouverts d'une sécrétion cireuse. *Acanthococcus*, toutefois, peut être légèrement ou pas du tout recouvert de cire (voir la PLANCHE 49, page 93).

On trouve les oothèques de *A. dubius* principalement sur la face inférieure des feuilles. Ce sont de petits sacs de forme ovale d'une longueur d'environ 1 à 3 mm recouverts d'une substance blanche cireuse (voir la PLANCHE 50, page 93). Chaque oothèque peut contenir de nombreux petits œufs de couleur saumon.

Chez le ginseng, *A. dubius* préfère se nourrir des nervures principales des feuilles. Les cochenilles sont des insectes suceurs qui s'alimentent en insérant de longs organes buccaux dans la plante et en suçant les sucs de celle-ci. En se nourrissant, *A. dubius* sécrète une toxine dans la feuille. Cette toxine a pour effet de

provoquer une torsion de la feuille, notamment le long des nervures principales (voir la PLANCHE 51, page 93). À noter : la différence entre les dommages causés par les cochenilles *A. Dubius* et ceux des cochenilles dorées. La cochenille dorée (voir la section *Cochenille dorée*, page 47) préfère se nourrir de la tige et des pétioles.

Perce-tiges

Il existe de nombreux insectes perce-tiges susceptibles de s'attaquer au ginseng. Certains d'entre eux sont parfois communs dans des régions où leurs plantes préférées sont nombreuses. Leur présence dans le ginseng est souvent une coïncidence, quoique certains d'entre eux semblent avoir acquis une préférence pour le ginseng.

L'un des insectes qui perce l'intérieur de la tige du ginseng est la pyrale du maïs. L'adulte est une petite noctuelle. Bien que la pyrale du maïs préfère vivre sur le maïs, le nombre de ses hôtes s'agrandit toutefois à beaucoup d'autres espèces végétales. Comme la larve de cet insecte perce la tige jusqu'à son centre, la plante flétrit et sa partie supérieure meurt.

La seule façon d'enrayer les insectes perce-tiges dans le ginseng est d'éliminer tous les résidus de la plante après qu'elle soit morte à l'automne. Une fois ramassées, la feuille et la tige devront être brûlées ou enfouies.

Mauvaises herbes

Lutte en présemis

On peut réduire les populations de mauvaises herbes en utilisant certaines pratiques culturales au cours de l'année précédant le semis.

En début de saison, il faut traiter avec un herbicide non sélectif et sans action résiduaire les mauvaises herbes vivaces qui ont atteint la hauteur à laquelle elles sont les plus vulnérables (15 cm).

On peut réduire les populations de dicotylédones (mauvaises herbes à feuilles larges) et de graminées annuelles par un travail superficiel et régulier du sol. La technique consiste à travailler le sol de façon à favoriser la levée des mauvaises herbes, pour aussitôt les éliminer par un sarclage. Tant que l'humidité du sol le permet, il faut répéter cette opération. Il faut cependant éviter de trop travailler le sol, ce qui laisserait en surface une couche trop finement émiettée, milieu qui freinerait la germination des graines de mauvaises herbes.

Mauvaises herbes introduites

Des mauvaises herbes sont parfois introduites dans le ginseng par le paillage. Chaque balle de paille utilisée pour former la couverture qui protégera le ginseng renferme environ 2 à 3 boisseaux de graines. En utilisant un lit de paille qui ne produira pas de graines ou semis résistants à l'hiver, le problème des céréales spontanées au printemps régresse (voir la PLANCHE 52, page 93). Il est indispensable d'utiliser de la paille propre provenant de champs où la population de mauvaises herbes est faible.

Il est également possible que des mauvaises herbes soient introduites par le vent. Quelques rangées de seigle face aux vents dominants freineront une partie des graines de mauvaises herbes emportées par le vent. Une bande de seigle agit aussi efficacement contre les nuages de sable.

Le tableau 7–3, *Lutte contre les mauvaises herbes dans le ginseng*, page 74, énumère les recommandations concernant la lutte contre les mauvaises herbes dans le ginseng en Ontario.

Ravageurs généraux

Limaces

Les limaces, qui sont des mollusques, s'apparentent plus aux palourdes (myes) qu'aux insectes. Les insecticides sont donc sans effet contre elles.

Les limaces causent des dommages au ginseng en détruisant les plantules, en enlevant ou en blessant les feuilles (voir la PLANCHE 53, page 93) et en déterrant les racines.

Les limaces affectionnent les endroits frais et humides et agissent surtout la nuit. Le paillis des plantations de ginseng leur procure un milieu idéal. Le risque d'infestation par les limaces est élevé dans les terrains où le ginseng succède à une culture de gazon, où des déchets de récoltes ont été laissés en abondance et où le sol est lourd et mal drainé.

Certaines pratiques culturales permettent de limiter les dommages causés par les limaces. On doit enfouir soigneusement la matière organique dans le sol et la laisser composter suffisamment avant de semer le ginseng. Dans les plantations établies, on doit maintenir un bon drainage en modelant le terrain environnant de manière que l'eau s'évacue facilement, ainsi qu'en effectuant un sous-solage chaque automne.

Pour empêcher les limaces du voisinage d'envahir la plantation, on peut déposer tout autour de la plantation des produits ayant un effet répulsif, comme la chaux hydratée, les cendres, le sable grossier ou la terre de diatomées.

Il est possible de surveiller l'activité des limaces en plaçant des moitiés d'oranges ou de pamplemousses, face coupée vers le bas, à différents endroits dans la plantation de ginseng. Le soir venu, il suffit d'examiner les fruits pour détecter la présence de limaces. On peut ainsi savoir s'il y a des limaces, mais rien n'indique le risque de dommages. Les limaces sont également attirées par la bière. On n'a qu'à remplir de bière de petites assiettes en étain peu profondes, enfoncées dans le sol jusqu'au rebord.

Les appâts pour limaces à base de métaldéhyde doivent être utilisés seulement dans des pièges à appât. L'efficacité de ces derniers est optimale quand ils sont recouverts et placés à environ 1 mètre les uns des autres.

Rongeurs

Les souris et mulots causent parfois des dommages au ginseng en rongeant les tiges ou la partie des racines qui est découverte. Elles se fraient des galeries sous le paillis et ont tendance à longer les planches de culture. Elles risquent d'envahir les plantations de ginseng à l'automne quand la végétation environnante a disparu.

Le tableau 7–4, *Lutte contre les rongeurs*, page 74, contient les recommandations concernant la lutte contre les ravageurs dans le ginseng en Ontario.

TABLEAU 6–1.
Réglage du pulvérisateur à rampe
Utiliser des pendillards pour pulvériser entre les planches de ginseng

Paramètre	Réglage
Pression	896 kPa (130 psi)
Vitesse d'avancement	3 km/h (2 mi/h)
Espacement des buses	30 cm (12 po) centre à centre
Débit des buses	D3-45[1], D6-46 aux extrémités de la rampe

[1] D3-45 correspond à un débit d'environ 966 L/ha (85 gal/acre), D4-45 à environ 1477 L/ha (130 gal/acre).

Lutte contre les maladies

Technologie de la pulvérisation

À l'exception de Aliette, les fongicides qu'on utilise pour lutter contre les maladies du ginseng sont à action préventive. Ils forment une pellicule protectrice sur la plante qui tue ou inactive certains champignons pathogènes. Les fongicides à action préventive sont efficaces aussi longtemps qu'ils demeurent sur la surface des plants. Des pluies répétées réduisent la quantité de fongicide qui reste sur la plante.

La quantité de pluie critique pour l'efficacité d'un fongicide est fonction de sa formulation chimique.

Nota : Aliette est un fongicide systémique. Contrairement aux fongicides à action préventive, Aliette se diffuse à l'intérieur de la plante et atteint son efficacité maximale une fois qu'il est absorbé par la plante. Appliquer Aliette à raison de 909 L/ha (80 gal/acre) ou moins. Il ne faut pas atteindre le point de ruissellement. Pour être absorbé efficacement par la plante, Aliette doit rester sur la surface des feuilles pendant une heure.

Un traitement fongique efficace donnera non seulement un rendement économique positif, mais également un rendement positif dans la lutte contre les maladies. Les paramètres du pulvérisateur énumérés dans le tableau 6–1, *Réglage du pulvérisateur à rampe*, ci-dessus, sont importants si l'on veut assurer la protection de la tige, de l'inflorescence et des faces supérieures et inférieures des feuilles, toutes ces parties de la plante étant les endroits où la maladie commence le plus souvent.

Il est important de toujours suivre les indications du fabricant pour l'utilisation des fongicides. Pour connaître l'information la plus récente à cet effet, visiter le site Web de l'ARLA (Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire) à http://www.hc-sc.gc.ca/pmra-arla/francais/appregis/appregis-f.html; il faut inscrire, dans la case de recherche, le nom du produit chimique.

Les maladies foliaires du ginseng causent parfois des pertes économiques très importantes. La taille des racines du ginseng s'accroît chaque année de la mi-juillet à septembre. Durant cette période de croissance, le rendement d'une plantation vieille de trois ans est susceptible de grimper de 560 kg/ha (500 lb/acre). Si une maladie foliaire s'attaque à la plantation avant la mi-juillet, elle risque de réduire sérieusement ce rendement.

Ces pertes sont dues au chancre de la tige et à la réduction de la surface de photosynthèse, résultat des lésions et de la défoliation causées par les champignons *Alternaria panax* et *Botrytis cinerea*. En général, les maladies foliaires dans une plantation frappent d'abord la tige. Si les champignons ne sont pas combattus à cette étape, ils se répandront et causeront une maladie foliaire et la moisissure des inflorescences. Si aucun traitement n'est fait dans une plantation infestée, la défoliation risque de se produire dans les sept jours qui suivent. Les producteurs doivent donc traiter de 7 à 10 jours après l'apparition d'une maladie foliaire.

La réussite de la lutte contre les maladies sur la tige ou le feuillage est en grande partie fonction d'une utilisation des bons fongicides et d'une couverture adéquate de la surface de la plante à protéger. Le rendement des fongicides repose en tout premier lieu sur l'efficacité à déposer le produit sur le site d'infestation. De fait, pour lutter contre les champignons qui attaquent les tiges, les inflorescences et les feuilles, il faut appliquer le produit sur la totalité de ces parties de la plante, sans oublier la face inférieure des feuilles. L'efficacité de l'application du produit dépend du type de pulvérisateur et, pour les pulvérisateurs à rampe, de la configuration des buses.

Le choix du type de pulvérisateur ainsi que le volume d'eau utilisé sont des points très importants à considérer pour obtenir une pulvérisation adéquate de l'ensemble de la couverture végétale. Pour de plus amples renseignements concernant les trois pulvérisateurs les plus utilisés dans le ginseng, on peut visiter la page sur le ginseng du site Web du MAAARO, sous la rubrique « machineries de ferme », section « Fiches techniques, fiches d'information et publications » à l'adresse suivante : http://www.gov.on.ca/omafra/english/crops/facts/info_000612.html.

Il est très important de couvrir toutes les parties de la plante pour combattre efficacement les maladies foliaires. C'est le premier facteur à considérer quand la protection s'avère inefficace. Pour s'assurer d'un rendement optimal du pulvérisateur, il faut l'étalonner fréquemment.

Si la couverture est adéquate et le choix du fongicide approprié, mais que la maladie persiste, il faut considérer la possibilité du développement d'une résistance.

Résistance aux fongicides

Causes

Expliquée simplement, la résistance à un fongicide se définit comme la capacité qu'a un champignon de survivre en présence de doses de fongicide qui lui sont normalement mortelles. Si le champignon cause une maladie chez les plantes, la résistance au fongicide signifie que cette maladie ne pourra être enrayée par des pulvérisations du fongicide.

On ne peut trop insister sur l'importance des mesures à prendre pour éviter toute résistance aux fongicides. Un très petit nombre de nouveaux fongicides ont été homologués au Canada ces dernières années. Il faut donc utiliser à bon escient les produits dont on dispose actuellement.

Comment la résistance se développe-t-elle? La plupart des fongicides agissent contre les champignons en perturbant les processus chimiques de leur croissance et de leur développement. Certains des fongicides de la première génération perturbent de nombreuses étapes ou voies d'évolution et sont efficaces contre un certain nombre de champignons. Ce sont les fongicides « à large spectre ». Ils sont peu susceptibles de poser un problème de résistance, car un champignon a trop d'obstacles à surmonter pour survivre.

Bon nombre des fongicides plus récents sont dits à « spectre étroit », ce qui veut dire qu'ils dérèglent un nombre limité de fonctions (parfois une seule) indispensables à la survie du champignon. Ils peuvent par exemple bloquer une étape du processus de reproduction ou du développement des membranes cellulaires, empêcher le champignon d'utiliser une source alimentaire, etc. Chacun de ces fongicides n'est actif que contre un groupe restreint de champignons.

Les fongicides à spectre étroit sont très efficaces. Mais cela veut aussi dire que le nombre de changements par lesquels un champignon doit passer pour surmonter l'action d'un fongicide est limité. Le développement d'une résistance est une menace qui doit être prise au sérieux. Lorsqu'ils sont employés trop souvent, les fongicides à spectre étroit perdent leur efficacité comme moyens de lutte antiparasitaire.

Sur l'ensemble d'une population de champignons, il existe toujours quelques individus capables de s'adapter à un fongicide et de développer une résistance envers lui. L'emploi fréquent d'un fongicide à spectre étroit élimine les champignons vulnérables, mais laisse survivre ceux qui sont résistants. C'est ainsi que le fongicide perd son efficacité. Doubler ou même quadrupler la dose n'y fera rien. Les champignons résistants ont généralement la faculté de tolérer des doses de fongicides très élevées, allant de dix fois à plusieurs milliers de fois la dose normale.

Une fois que la résistance est apparue, la population de champignons peut prendre plusieurs années avant de redevenir sensible après l'abandon du fongicide. Dans certains cas, la sensibilité ne revient plus.

Autrement dit, il faut employer judicieusement les fongicides à spectre étroit.

Prévention

Voici les huit facteurs importants à respecter pour utiliser un fongicide efficacement.

Moment du traitement

Le traitement doit être fait à temps pour protéger la plante. La plupart des fongicides utilisés au Canada ne font pas disparaître la maladie; ils protègent plutôt la plante contre les attaques et empêchent la maladie de sévir. Cette protection est nécessaire avant que l'organisme pathogène ait pu atteindre la plante et soit devenu plus difficile à neutraliser.

Dose

Il faut s'en tenir à la dose recommandée sur l'étiquette — l'augmenter, c'est accélérer l'apparition de souches résistantes; la diminuer, c'est risquer un traitement inefficace. Les doses indiquées sur les étiquettes sont celles qui ont donné les résultats les plus satisfaisants à l'issue de nombreux essais. Il faut donc s'y fier. Il ne faut cependant pas croire que la dose recommandée contre un champignon particulier est la même pour tous les champignons.

Couverture

La pulvérisation n'est efficace que si elle couvre toutes les parties de la plante, soit les deux faces des feuilles et la tige, et que le fongicide entre en contact avec le champignon. Les fongicides doivent parfois être mélangés à de grandes quantités d'eau pour se localiser au bon endroit dans le sol quand il s'agit d'une maladie transmise par le sol. En d'autres circonstances, il faut de petites quantités d'eau quand on veut que le fongicide soit absorbé directement par la plante.

Rotation

Il ne faut pas utiliser constamment le même produit chimique dans un programme de lutte antiparasitaire. Le mode d'action des fongicides est habituellement fonction de la structure moléculaire du produit chimique. Les membres d'une « famille chimique » ont généralement des structures semblables, et donc, des modes d'action semblables. En conséquence, si un produit appartenant à une famille chimique fait l'objet d'une résistance, d'autres membres de la même famille risquent aussi d'être inefficaces.

Taux de semis

Il est important de prendre toutes les précautions nécessaires pour diminuer l'incidence des organismes pathogènes dans la plantation. Il faut éviter les fortes densités de population, car le ginseng s'éclaircit de lui-même quand la population atteint environ 80–100 plants/m^2. Il est inutile de faire un semis très dense dans l'espoir d'avoir une meilleure densité de population au bout de trois ou quatre ans. Au contraire, la surpopulation inflige un stress aux jeunes plantations et, comme les racines souterraines des jeunes plants seront proches les unes des autres, les champignons peuvent plus facilement passer d'un

plant à l'autre. Dans la plupart des plantations, le taux de semis adéquat est de 89–112 kg/ha (80–100 lb/acre).

Gestion de l'eau

Le terrain où l'on installe une plantation de ginseng doit être aménagé de telle sorte que l'eau superficielle ne stagne pas. On peut façonner des tranchées aux limites de la plantation pour que l'eau s'évacue facilement et creuser des mares en périphérie du terrain pour accueillir cette eau. Il faut d'abord étudier soigneusement l'égouttement naturel du terrain et s'organiser en conséquence. Les tranchées doivent être tapissées de gravier ou de copeaux de bois pour éviter que les plants voisins ne soient souillés de terre. Le sous-solage des tranchées améliore le drainage et atténue le tassement du sol.

Pratiques de fertilisation

Les pratiques de fertilisation qui favorisent la surabondance du feuillage créent également des conditions favorables à l'apparition des maladies. De fait, un développement végétatif excessif rend la tige moins bien entourée, et la tige ainsi laissée à découvert est le premier facteur propice à *Alternaria* dans la plantation.

Circulation de l'air

L'espacement des plants et l'agencement de la plantation doivent se décider en fonction de la circulation de l'air. Toute zone de la plantation où flotte une nappe d'air stagnant sera forcément soumise à une forte humidité pendant de longues périodes. Le développement des maladies y sera favorisé, en particulier dans le couvert foliaire.

Désinfection du matériel

Les maladies du ginseng peuvent se propager par l'intermédiaire du matériel. S'il faut se déplacer d'une plantation à l'autre, mieux vaut commencer par travailler d'abord dans les plantations les plus jeunes. Quand on vient de finir un travail dans un champ où la maladie est présente, il faut en premier lieu laver tout l'équipement à l'aide d'un nettoyeur à haute pression de manière à éliminer tout débris de terre et de plante. Ensuite, le nettoyage de l'équipement avec un produit désinfectant aidera à prévenir la propagation des organismes pathogènes.

TABLEAU 6–2.
Désinfection du matériel

Produit d'assainissement	Rapport de mélange avec l'eau
hypochlorites (agents de blanchiment 5,256 % de matière active)[1, 2]	1 partie d'agent de blanchiment pour 9 parties d'eau
ammonium quaternaire (10 % de matière active)	1 partie d'ammonium pour 300 parties d'eau
37 % formaldéhyde (Formaline)[2]	3 parties de Formaline pour 100 parties d'eau

[1] Matière corrosive pour le métal. Tout résidu sur la machinerie risque d'endommager les plantes. Bien rincer.
[2] Porter un appareil respiratoire convenable. Ventiler après le traitement. Les émanations du produit sont toxiques pour les plantes et les humains.

Les maladies se répandent aussi parfois par l'intermédiaire des bottes et des vêtements. Avant d'entrer dans une plantation, il faut prendre soin de nettoyer les semelles de ses bottes ou d'enfiler une paire de couvre-bottes en plastique.

Maladies des inflorescences et des baies

Les inflorescences et les baies du ginseng sont susceptibles d'attraper trois maladies fongiques qui génèrent parfois des pertes économiques.

Alternaria panax

Alternaria panax peut envahir le pédoncule qui supporte l'inflorescence ou les pédicelles qui soutiennent chacune des graines. Les pédoncules et pédicelles atteints deviennent ratatinés et de couleur ocre. Peu après, la graine meurt.

Botrytis cinerea

Botrytis cinerea peut s'attaquer aux baies en développement. Chez la plupart des plantes, *Botrytis* entre dans la fleur au moment où les pétales tombent, mais on ne connaît pas le moment exact où il s'introduit dans les baies du ginseng. Les baies infectées tournent au violet et commencent ensuite à sécher pour finalement mourir.

Les sections *Maladies du ginseng dues à Alternaria*, page 63, et *Brûlure botrytique chez le ginseng*, page 66,

indiquent les symptômes des infections à *Alternaria* et à *Botrytis* chez le ginseng.

Blanc

Les baies du ginseng peuvent également être infectées par le blanc. Le champignon responsable du blanc fait ses ravages tard dans la saison et la sévérité de ses infections varie d'une année à l'autre. Les inflorescences qui se développent sont recouvertes d'une masse blanche poudreuse composée de spores. La maladie demeure superficielle, mais elle risque de rendre les baies ratatinées, ce qui entrave le développement des semences.

Maladies de la semence de ginseng

La santé de la plantation commence par l'utilisation de semences saines. Les premiers signes de problèmes éventuels de la semence sont souvent visibles après la stratification et avant l'ensemencement.

Avant le processus de stratification ou au cours de celui-ci, les semences sont susceptibles d'être infectées par des bactéries ou des champignons. Un certain nombre des semences infectées risquent de pourrir durant la stratification. La densité des semences pourries est inférieure à celle des semences saines (elles sont plus légères à volume égal). Pour séparer les bonnes semences de celles qui sont infectées, il suffit de les mettre dans l'eau : les semences infectées flotteront. Il est fréquent de retrouver jusqu'à 15 % de semences infectées. Quand plus de 15 % d'un lot de semences flotte, il faut envisager sérieusement de rejeter ce lot. Certaines graines infectées ne flotteront malheureusement pas si l'infection n'est pas assez avancée pour en modifier la densité. D'ordinaire, il y a autant de graines infectées qui flottent que de semences infectées qui ne flottent pas. Si la semence est déterrée assez tôt, il est possible de faire l'épreuve du flottage plus d'une fois.

Les champignons qui causent des dommages aux semences sont *Rhizoctonia* (voir la PLANCHE 11, page 86), *Pythium* (voir la PLANCHE 12, page 86), *Fusarium* et *Cylindrocarpon* (voir la PLANCHE 13, page 87). On peut déceler la présence de *Fusarium*, *Rhizoctonia* ou *Cylindrocarpon* dans la semence qui coule lors de l'épreuve du flottage en coupant la graine en deux. On doit la couper à travers le pore en suivant la rainure qui sépare les deux moitiés du tégument. Si les champignons sont présents à l'intérieur des semences, on apercevra une tache de couleur rouille. Cette décoloration peut être perceptible n'importe où dans la graine et sa taille peut varier d'un petit point à une grosse tache.

Quand *Cylindrocarpon* ou *Fusarium* ont envahi la graine, on peut habituellement les voir en examinant l'extérieur du tégument. Les organes de fructification, appelés « sporodochies », sont visibles à l'œil nu (voir la PLANCHE 14, page 87). Ceux-ci mesurent généralement 1 mm ou moins de diamètre et sont blancs, rosés ou rouges. Ils sont regroupés en cercle avec une rangée de petites soies. Ces organes de fructification contiennent des masses de conidies (spores). Si les graines infectées ne sont pas éliminées du lot, les conidies de *Cylindrocarpon* et de *Fusarium* seront introduites en quantité considérable dans la nouvelle plantation.

L'intérieur des semences atteintes par *Pythium* présente habituellement une texture caséeuse (comme du fromage).

Botrytis est également capable d'infecter les semences (probablement avec des débuts d'infection latente) et de causer la pourriture pendant l'entreposage. Les graines de semence atteintes par *Botrytis* flottent lorsqu'on les met dans l'eau. Les infections à *Botrytis* sont susceptibles d'apparaître au cours du processus de dépulpage si les semences demeurent trop longtemps en contact avec les pulpes et que la pourriture apparaît ou après le processus de dépulpage mécanique si l'on attend trop longtemps avant d'enfouir les semences.

Les bactéries peuvent aussi faire pourrir la semence. La pourriture bactérienne des semences de ginseng cause habituellement une liquéfaction à l'intérieur de la graine (liquide laiteux ou parfois noir). Quand la graine est pressée, le liquide suppure du micropore (voir la PLANCHE 15, page 87). Les semences atteintes par des bactéries ont alors une odeur de suri, alors que les semences de ginseng en santé de devraient avoir aucune odeur.

Maladies et affections post-récolte chez le ginseng

Stries rouges

Les racines du ginseng développent à l'occasion de longues stries rouges le long de leur surface (voir la PLANCHE 32, page 90). Ces stries sont parfois si nombreuses que la racine semble entièrement rouge. Si l'on observe ces stries rouges de près, on peut voir qu'elles sont distinctes (voir la PLANCHE 33, page 90) et qu'elles apparaissent principalement sur la couche extérieure de la racine (voir la PLANCHE 34, page 90).

Les racines du ginseng contiennent des vaisseaux sécréteurs. Sous certaines conditions environnementales, ces vaisseaux se remplissent de composés phénoliques. Quand la racine s'assèche, les composés phénoliques tournent au rouge. Cette corrélation ne semble pas attribuable à la température de séchage. Aucune recherche n'indique un lien avec la nutrition de la racine, mais les relations qui existent avec l'eau tôt dans la vie de la plante sont à considérer.

Moisissure de la racine

La moisissure de la racine apparaît parfois au cours du séchage. Cela se produit dans des circonstances bien particulières. L'hygiène et la bonne circulation de l'air permettent habituellement de prévenir ces problèmes de séchage. Deux champignons sont associés à la moisissure de la racine dans le séchoir.

Moisissure Rhizopus

Rhizopus est un champignon commun que l'on trouve sur un grand nombre d'objets, dans le sol et dans les courants d'air. C'est l'un des champignons qui causent la moisissure du pain rassi. Si *Rhizopus* est présent dans le séchoir, et que la température et l'humidité sont toutes deux élevées, les racines du ginseng risquent de moisir rapidement. Les racines atteintes présentent des taches grises qui restent visibles après le séchage (voir la PLANCHE 35 et la PLANCHE 36, page 90). Les racines affectées sont invendables. Dans les séchoirs, *Rhizopus* provient la plupart du temps des pales de ventilateur souillées. Il est donc important de vérifier et de nettoyer toutes les pales avant de faire sécher le ginseng.

Moisissure Geotrichum

Geotrichum candidum est un champignon terricole présent dans la plupart des terres agricoles. Il crée un problème chez le ginseng seulement si le séchoir est défectueux. Il est très important de voir à ce que la circulation d'air soit bonne au cours du séchage. Si des zones du séchoir restent humides, *G. candidum* risque de se développer quand la température avoisine 37 °C (voir la PLANCHE 37, page 91). Il produit de nombreuses conidies qui s'enlèvent facilement durant la manipulation et qui sont susceptibles de causer une irritation des poumons chez l'humain. Son aspect pelucheux, sa couleur blanc sale et son odeur généralement aigre sont les traits qui le distinguent. Si on voit cette moisissure dans un séchoir, il faut porter des appareils respiratoires pour manipuler les racines moisies.

Profil des maladies

Fonte des semis de ginseng due à *Pythium*

Espèces de Pythium

Le champignon et ses symptômes

Pythium est un champignon terricole. Il appartient au même groupe de champignons que *Phytophthora*. Il existe des différences structurales entre ces deux champignons qui sont visibles au microscope, mais quand on ne voit que le mycélium, on ne peut les différencier. *Pythium* est un « saprophyte facultatif », ce qui signifie qu'il peut vivre sur la matière organique du sol et s'attaquer aux semences et aux plantules (dans le cas du ginseng) quand l'occasion se présente. Comme il a la faculté de vivre sur la matière organique du sol, il est présent dans une grande variété de sols d'une saison à l'autre. Il n'a pas besoin du ginseng pour survivre. On trouve *Pythium* dans la plupart des terres agricoles de l'Ontario.

L'infection due à *Pythium* est une grave maladie des plantules et des semences en germination. Elle est fréquemment en cause dans la fonte des semis. Elle peut endommager lourdement les jeunes racines. Les autres champignons responsables de la fonte des semis sont *Fusarium*, *Rhizoctonia* et, parfois, *Alternaria*. Le diagnostic de fonte des semis n'est fondé que sur les symptômes de la maladie, non sur l'agent pathogène. Il faut donc identifier clairement le champignon responsable avant de déterminer un traitement.

Quand *Pythium* attaque les semences, le tégument ne pourrit pas, mais l'intérieur de la graine se transforme en une masse de couleur crème, d'aspect caséeux, rappelant le lait caillé. La semence finit par se vider de son cotylédon et seul le tégument demeure. *Fusarium* peut également être associé à ce type de pourriture de la semence, mais quand il est en cause, des sporodochies sont généralement présentes sur la surface de la graine. Les sporodochies forment par endroits sur le tégument des enchevêtrements de mycélium et de conidies qui ont l'apparence de petites taches blanches ou noires. Les infections à *Fusarium* et à *Cylindrocarpon* causent habituellement une décoloration de l'intérieur de la graine. *Cylindrocarpon* donne aussi naissance à des sporodochies (un « coussinet » de conidies) sur le tégument. La couleur des sporodochies peut varier de crème à saumon, en passant par le rouge. La section *Maladies de la semence de ginseng*, page 54, donne plus de détails sur ce sujet.

Pythium attaque parfois la racine en développement et le coléoptile de la plantule; la plantule atteinte peut pourrir même avant la levée. Les plantules qui parviennent à lever ont des feuilles tombantes; très vite, elles s'affaisseront et périront.

Un saprophyte facultatif tel que *Pythium* s'en prend le plus souvent aux tissus végétaux affaiblis. Comme les plantules à peine levées de terre sont assez fragiles comparativement aux plants plus âgés, c'est à ce stade que le ginseng est le plus souvent attaqué. Les racines âgées qui ont été endommagées par des rongeurs, des limaces, des nématodes, des insectes ou d'autres champignons, comme *Fusarium*, ou qui ont été déchaussées par le dégel peuvent aussi être attaquées. Quand *Pythium* est responsable de la pourriture de racines âgées (voir la PLANCHE 54, page 93), il n'est presque jamais seul et l'on découvre en sa compagnie d'autres champignons radicicoles et même des nématodes.

Si *Pythium* est présent dans le sol des plantations, la fonte des semis se manifeste généralement par plaques de forme relativement circulaire. S'il est introduit sur les semences par les caisses de stratification, on observera la fonte d'un plant isolé à chaque endroit où se trouvait une semence infestée. Dans les plantations où le taux de semis est élevé, chaque plant malade peut infecter les racines des plants voisins.

Facteurs favorisant la maladie

Pythium, comme *Phytophthora*, produit des zoospores qui se déplacent dans l'eau, et sera donc plus actif en milieu humide. Les plantations où l'eau de surface s'écoule lentement ou stagne par endroits sont plus susceptibles de montrer des signes de fonte des semis ou de pourriture des racines. À noter que les infections à *Pythium* peuvent se produire dans des conditions plus sèches que les infections à *Phytophthora*.

Pythium se cache parfois dans les caisses de stratification. Les semences risquent d'être infectées quand de l'eau de ruissellement provenant de plantations plus anciennes les irrigue. Si des résidus de plant de ginseng sont entassés en amont d'une caisse de stratification, la contamination est fort probable.

Un autre facteur qui favorise le cycle de la maladie à *Pythium* est la contamination des planches de semis par de la terre non fumigée. La contamination se produit quand la fumigation a été mal effectuée ou quand on a introduit de la terre non fumigée dans la nouvelle plantation. Comme ce champignon est présent dans à peu près tous les sols de la région, il peut se développer si l'on remonte de la terre d'une couche inférieure du sol que la fumigation n'a pas atteinte. L'équilibre microbien d'une terre que l'on vient de fumiger est perturbé; les champignons qui y sont introduits ne subissent donc pas la concurrence ni la prédation de la microflore et de la microfaune naturelles du sol. Ils peuvent donc se développer et attaquer sans peine les semences et les plantules.

Méthodes de lutte contre la maladie

Méthodes culturales

La pratique de gestion la plus importante est le soin apporté à la préparation des lits de semence. Il faut fumiger le sol assez profondément pour ne pas remonter de terre non fumigée au moment de la préparation des planches. Dans toutes les régions de l'Ontario où on cultive le ginseng, on doit supposer que *Pythium* est présent dans la terre non fumigée.

Les autres pratiques à observer en ce qui concerne le drainage et l'assainissement des plantations sont

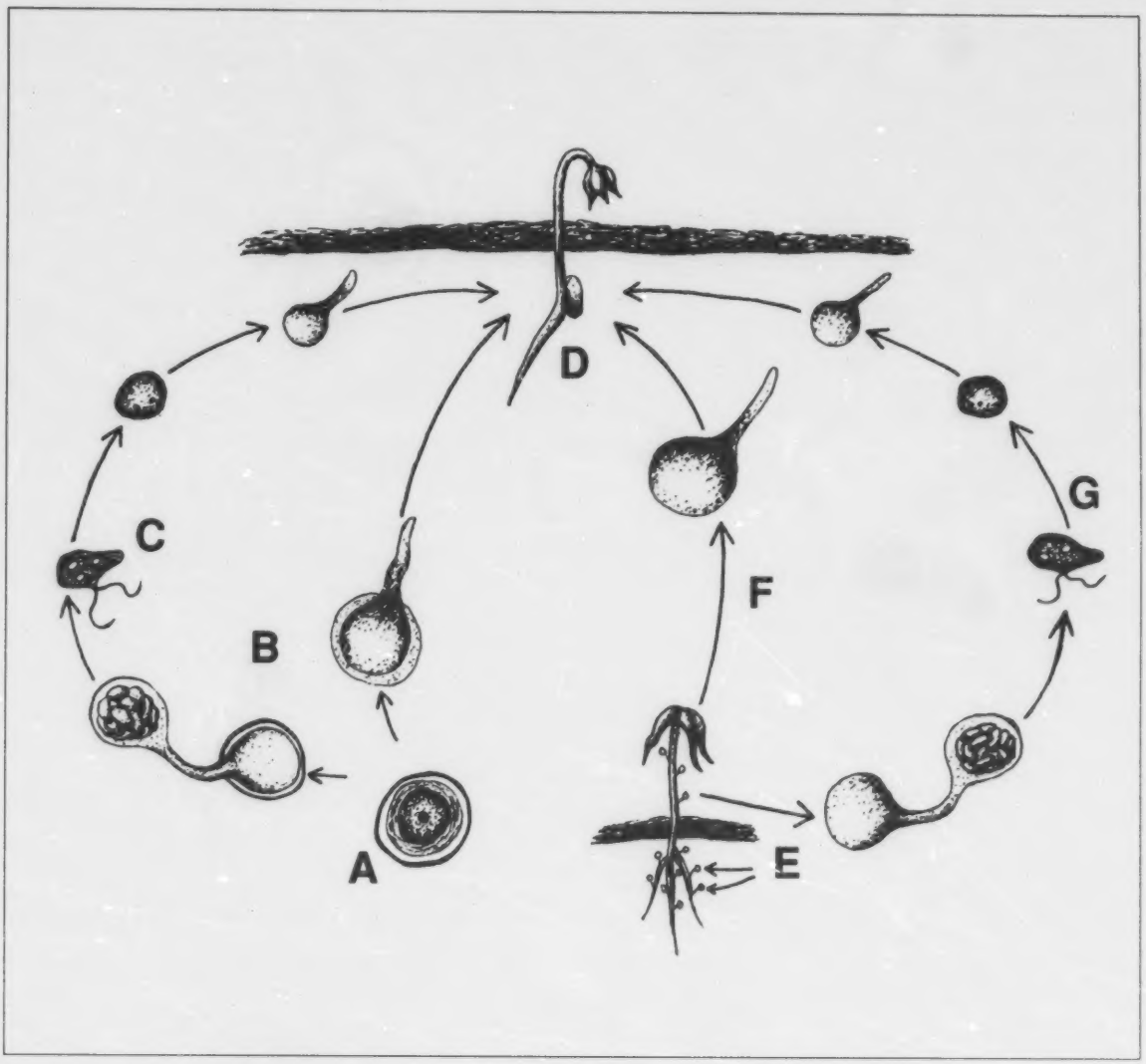


FIGURE 6–1.
Cycle biologique de *Pythium* chez le ginseng

A. Comme *Phytophthora*, *Pythium* hiverne sous la forme d'oospores.

B. Les oospores de *Pythium* peuvent germer directement, ce qu'elles font sous des conditions chaudes et assez humides. Le mycélium en croissance peut infecter les plantules qui lèvent. Quand le temps est frais et humide, les oospores germent et produisent des sporanges qui, comme ceux de *Phytophthora*, contiennent une quantité de zoospores capables de nager. Les sporanges de *Pythium* ne sont pas libérés comme les sporanges de *Phytophthora*, et leurs zoospores sont donc libérées seulement dans la matrice hydrique du sol.

C. Quand les zoospores entrent en contact avec les tissus végétaux, d'ordinaire avec les racines et les tiges des plants qui lèvent, elles envahissent le tissu et forment des kystes appelés zoospores enkystées. Elles sont capables de demeurer sous cette forme jusqu'à ce que les conditions soient propices à l'infection.

D. *Pythium* cause la pourriture molle des tissus végétaux. Il attaque les tissus jeunes ou faibles.

E. De nombreux sporanges se forment sur les plantes en décomposition. Ces sporanges libèrent des zoospores qui poursuivent le cycle (G). Les sporanges ne sont pas visibles à l'œil nu. Comme les oospores, les sporanges peuvent germer directement (F).

semblables à celles utilisées pour lutter contre *Phytophthora*. L'élimination de l'eau stagnante et la qualité du drainage sont indispensables. Même si la fumigation et la formation des planches ont été bien exécutées, *Pythium* peut être introduit par la machinerie ou les chaussures d'une personne venant de plantations plus âgées. Il est donc crucial de travailler d'abord dans les plantations les plus jeunes et d'exiger des employés qu'ils portent des couvre-bottes en plastique ou qu'ils décontaminent leurs chaussures.

Le vent peut entraîner de la terre contaminée qui s'infiltrera dans le paillis et contaminera les planches. On ne peut évidemment pas empêcher le vent de souffler, mais on peut protéger un peu les plantations en semant une bande de seigle pour freiner le vent. Une bande de seigle ou d'une autre céréale à croissance rapide d'une largeur de un mètre, semée du côté des vents dominants, interceptera les particules de terre transportées par le vent et empêchera ainsi l'introduction de *Pythium*. Par contre, ce genre de bande peut nécessiter l'application de mesures de lutte contre le ver-gris au printemps. Tout bon brise-vent convient, mais il faut veiller à ce qu'il ne limite pas la circulation de l'air au point de créer un environnement favorable aux maladies foliaires.

Méthodes chimiques

La première ligne de défense est la fumigation. On mène actuellement des recherches pour découvrir d'autres méthodes.

Maladies du ginseng dues à *Rhizoctonia*

Le champignon et ses symptômes

Rhizoctonia solani est un organisme pathogène terricole. Contrairement à de nombreux autres champignons, il ne produit pas de spores (sauf dans des circonstances très particulières). Il se développe dans le sol de façon végétative en produisant des filaments mycéliens. Quand ces derniers rencontrent un tissu végétal sensible, ils forment un amas dense (bourrelet d'infection) et commencent à pénétrer l'hôte. Une fois à l'intérieur de l'hôte, le champignon se développe rapidement et forme parfois de petits sclérotes (amas de cellules à parois sombres) et des hyphes rampantes (les hyphes sont les filaments qui forment le mycélium). En utilisant l'énergie qu'il puise chez son hôte, le champignon étend ses hyphes dans un rayon de plusieurs centimètres autour de la racine malade pour aller infecter les racines voisines. À mesure qu'il rayonne ainsi autour de son foyer d'origine, des zones circulaires peuplées de plants malades apparaissent dans la plantation (voir la PLANCHE 55, page 94). *Rhizoctonia* est un champignon au taux de croissance des plus rapides. Si les conditions sont idéales pour le développement de ce champignon, les cercles de plantes mortes risquent de s'étendre d'environ 1 mètre par mois.

Rhizoctonia préfère la couche superficielle du sol. Il peut être particulièrement actif entre la surface du sol et le paillis. L'infection apparaît sur le collet ou le bourgeon et sur la tige, entre la paille et le sol (voir la PLANCHE 56, page 94).

Les tissus infectés par *Rhizoctonia* prennent habituellement une couleur rouille ou rougeâtre (voir la PLANCHE 57, page 94). Ce champignon peut provoquer une pourriture sèche et liégeuse qui n'envahit pas toujours profondément les tissus des racines. Les racines infectées par *Rhizoctonia* risquent davantage d'être attaquées par les pourritures bactériennes et les microorganismes saprophytes terricoles tels que les nématodes et les petits insectes. Même si *Rhizoctonia* n'attaque que superficiellement la racine, ces envahisseurs secondaires peuvent aggraver les dégâts.

Les racines des plantules et des plants de deuxième année (voir les PLANCHES 58 et 59, page 94) sont les plus sensibles. *Rhizoctonia* fait partie du complexe responsable de la fonte des semis (voir la PLANCHE 60, page 94). Habituellement, dans le cas d'une fonte des semis due à *Rhizoctonia*, la racine entière pourrit. Les tiges des plantules sont aussi attaquées. Chez les très jeunes plants, le champignon cause une pourriture molle et entraîne l'affaissement de la plante. Les racines légèrement plus vieilles peuvent montrer une lésion ocre ou rouille qui entraîne le flétrissement de la plante. Les racines plus âgées sont rarement atteintes par ce champignon, car il n'a pas la force nécessaire pour traverser leurs membranes cellulaires plus résistantes.

Les symptômes de *Rhizoctonia* sont parfois confondus avec ceux de *Cylindrocarpon* destructans (maladie de l'évanouissement), surtout à l'automne.

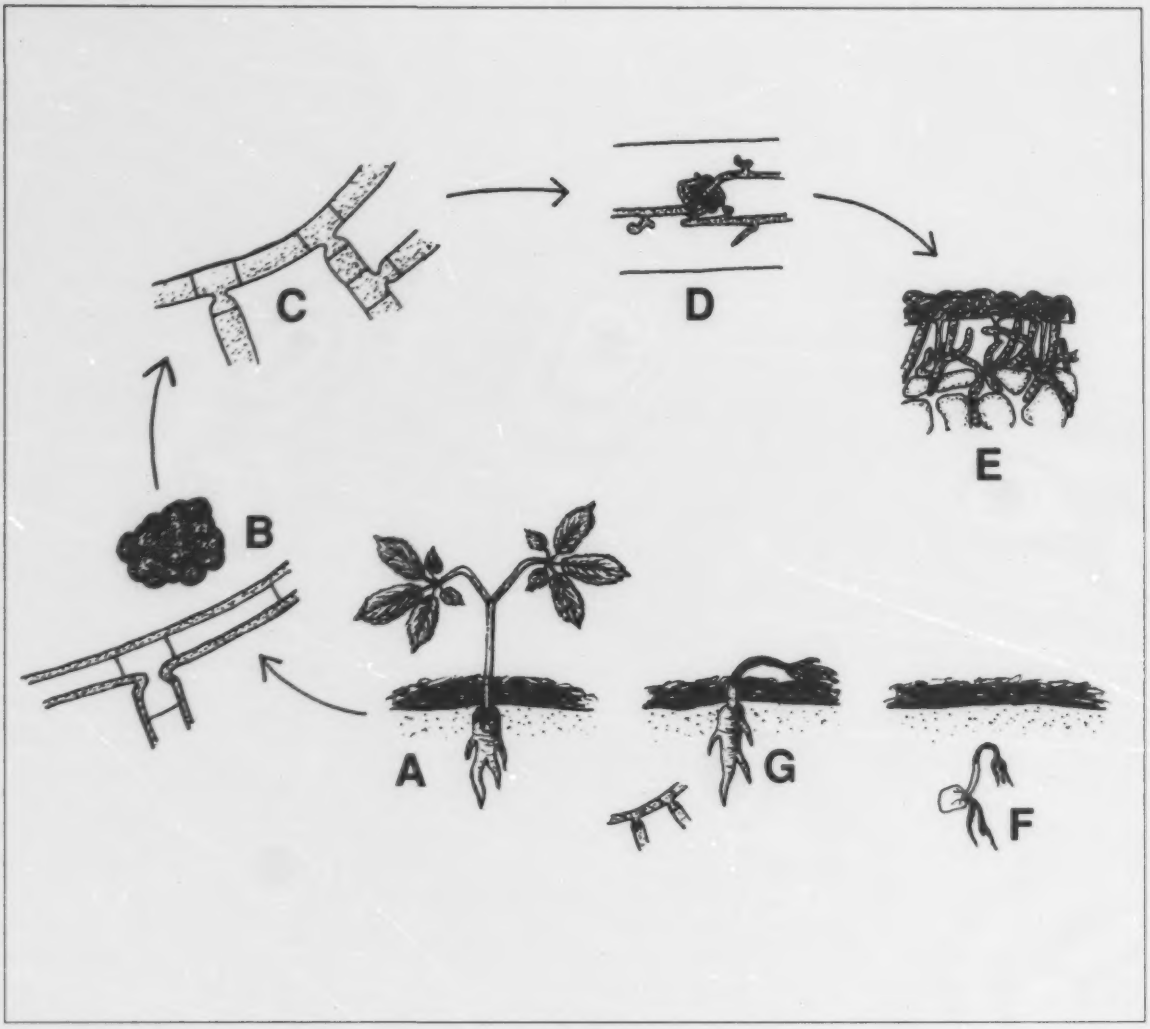


FIGURE 6–2.
Cycle biologique de *Rhizoctonia* chez le ginseng

A. *Rhizoctonia* produit des hyphes (filaments mycéliens) qui se propagent dans le sol. Ce type de champignon ne produit généralement pas de spores.

B. Le champignon hiverne sous forme de mycélium dans les tissus des racines en décomposition ou sous forme de sclérotes — petites masses enchevêtrées de mycélium. Les sclérotes résistent au froid et à la sécheresse et peuvent survivre à bon nombre de traitements chimiques.

C. Il existe de nombreuses souches de *Rhizoctonia*. Celle qui attaque le ginseng préfère les températures fraîches et les conditions humides. La présence de mycélium de *Rhizoctonia* permet de poser le diagnostic de la présence du champignon. Ce champignon est capable de franchir d'assez longues distances dans le sol, et on le trouve également autour de particules de sol qui ont été poussées par le vent. *Rhizoctonia* se développe rapidement quand les conditions lui sont favorables.

D. Quand le mycélium de *Rhizoctonia* rencontre une racine sensible, assez jeune, il prolifère à la surface de celle-ci en formant des bourrelets d'infections denses et emmêlés. L'énergie que lui procure ces bourrelets d'infections lui permet de pénétrer les membranes cellulaires et d'envahir la racine (E). De telles infections provoquent une pourriture avant même la levée (F) et la fonte des semis après la levée (G).

Facteurs favorisant la maladie

Deux souches de *Rhizoctonia* s'en prennent au ginseng en Ontario. L'une préfère la fraîcheur et l'humidité du sol au début du printemps et attaque les plants qui lèvent ou qui viennent de lever. Elle peut aussi sévir durant l'automne et l'hiver. La deuxième souche peut se manifester durant les mois chauds de l'été. Elle cause des symptômes qui ressemblent à ceux de l'infection à *Fusarium*. La maladie se propage plus rapidement dans les plantations au peuplement très dense puisque le champignon migre dans le sol en progressant de plante en plante au moyen de ses organes végétatifs (par la ramification de son mycélium).

Une fertilisation azotée excessive qui favorise le développement rapide des plants augmente la sensibilité des racines et des tiges pendant de plus longues périodes. En outre, les plants qui se développent rapidement n'ont pas le temps de s'endurcir.

Méthodes de lutte contre la maladie

Méthodes culturales

Les filaments mycéliens de *Rhizoctonia* adhèrent parfois aux particules du sol. Le déplacement de la terre à l'intérieur des plantations risque de propager la maladie. La terre peut être apportée par le vent, l'eau, la machinerie et les bottes des personnes qui circulent dans la plantation. On ne doit pas établir une nouvelle plantation à un endroit où elle peut recevoir les eaux de ruissellement d'une plantation déjà établie ou d'un champ de légumes. Les travailleurs et la machinerie doivent passer des nouvelles plantations vers les plus vieilles, et non l'inverse. Il faut veiller à ne pas introduire de terre non fumigée dans les planches pendant qu'on les forme.

Méthodes chimiques

Le tableau 7–5, *Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario*, page 75, donne des recommandations pour lutter contre les maladies du ginseng dues à *Rhizoctonia* avec des moyens chimiques. Le traitement chimique pour lutter contre *Rhizoctonia* est fonction de la population fongique dans le sol. Dans un sol très infecté, surtout à la suite de cultures successives de haricots, une fraction suffisamment élevée de la population échappe toujours à la fumigation et aux traitements et peut causer la maladie. Fait important à noter : l'emploi abusif de quintozène peut favoriser l'apparition de *Fusarium*, *Pythium* et *Cylindrocarpon*.

Pourridié phytophthoréen et brûlure phytophthoréenne du ginseng (mildiou du ginseng)

Le champignon et ses symptômes

Le pourridié phytophthoréen est causé par le champignon *Phytophthora cactorum* et peut toucher un certain nombre de cultures fruitières et légumières. *Phytophthora* est un parent proche du champignon qui cause le mildiou de la pomme de terre. Cet organisme terricole appartient au groupe de champignons oomycètes, un groupe de champignons ayant une grande affinité avec l'eau. Il peut s'en prendre aux racines et au feuillage du ginseng.

Le pourridié phytophthoréen est une grave maladie du ginseng qui peut infliger de lourdes pertes économiques. Si le champignon est présent dans le sol sous forme de mycélium (filaments mycéliens) ou d'oospores (les spores de réserve de *Phytophthora*), il peut infecter les racines des plantes lorsque la température s'élève au-dessus de 6 °C. Les racines peuvent être envahies par le mycélium ou par des petites spores, les zoospores, qui sont capables de se mouvoir dans la phase aqueuse du sol grâce à deux nageoires caudales. Bien qu'elles en aient la capacité, les zoospores se déplacent rarement de plus de quelques centimètres par elles-mêmes. Les zoospores apparaissent dans des structures appelées « sporanges » (ou zoosporanges). Ces dernières sont produites par la germination des oospores et le mycélium dans les tissus végétatifs en décomposition (racines ou feuilles). Selon les conditions environnementales, les sporanges peuvent former directement le mycélium dans la terre.

Une fois que la racine est envahie par *Phytophthora*, ses tissus dégénèrent et ramollissent. L'extérieur de la racine demeure sec et prend une coloration brun rosâtre caractéristique (voir la PLANCHE 61, page 95). Un signe distinctif de ce pourridié est la présence de terre qui adhère à la racine après qu'on l'a arrachée. L'intérieur de la racine se décompose et se transforme en une masse caséeuse de couleur crème (voir la PLANCHE 62, page 95). Au fur et à mesure que la maladie progresse, la racine se désintègre et, dans les stades avancés, il ne reste rien à la base de la

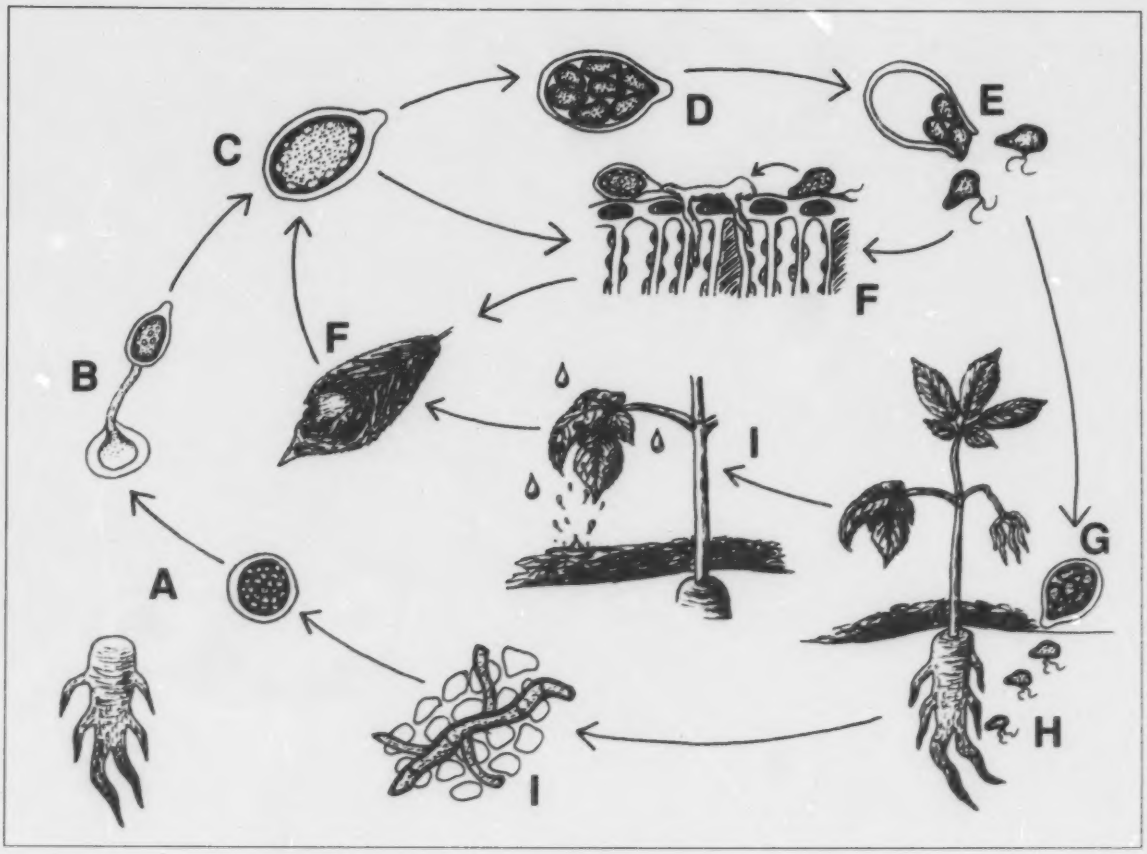


FIGURE 6–3.
Cycle biologique de *Phytophthora* chez le ginseng

A. *Phytophthora* hiverne principalement sous forme d'oospores. Ce sont des structures qui résistent à l'hiver en raison de membranes épaisses et qui résistent au froid et à la sécheresse.

B. Quand les conditions leur sont favorables, soit un sol humide affichant une température supérieure à 6 °C, les oospores germent et forment les sporanges.

C. Les sporanges sont transportés par les courants d'eau et d'air.

D. Les sporanges contiennent des spores capables de nager (zoospores).

E. Les zoospores sont libérées à la surface des feuilles ou des tiges, ou peuvent éclater dans la matrice hydrique du sol (G). Les sporanges peuvent également germer directement dans le mycélium. Ce sont les conditions de température et d'humidité qui régissent la production de zoospores ou de mycéliums.

F. Les sporanges ou les zoospores qui atterrissent sur le tissu foliaire germent pour former des lésions aqueuses. Ces lésions se couvrent rapidement de mycélium et une grande quantité de sporanges s'y développent. Ces derniers sont dispersés par les courants d'air à travers la plantation et même parfois vers d'autres plantations voisines.

H. Les zoospores peuvent voyager de 3 à 6 cm dans l'eau du sol. Le mycélium peut voyager de 3 à 6 m par année, mais se transformera en sporanges quand les conditions deviennent défavorables pour lui. Quand les zoospores atteignent les tissus des racines, elles s'enkystent et s'attachent fermement (elles deviennent adhésives) à la surface de la racine. À partir de là, elles envahissent la racine et commencent leur travail de décomposition des tissus racinaires. De nombreux obstacles peuvent cependant empêcher les zoospores d'atteindre de nouvelles racines dans un champ.

I. Les zoospores et les sporanges présents dans le sol sont parfois projetés vers les planches de la plantation par la machinerie qui se déplace d'une planche à l'autre ou par la pluie. De fait, la pluie peut projeter les sporanges jusqu'à un mètre de leur emplacement initial. Le mycélium (filaments mycéliens) peut quitter des racines infectées et voyager dans le sol sur une distance de 3 à 6 m par année pour aller infecter les racines environnantes.

tige qu'une masse molle souillée de terre. Un liquide, généralement clair, suppure de la racine quand on la presse, mais celle-ci n'est pas visqueuse. Au-dessus du sol, les symptômes du pourridié phytophtoréen apparents sont le plus souvent visibles chez les plants qui bordent les tranchées. Le flétrissement et l'affaissement d'une seule feuille sont le premier symptôme typique (voir la PLANCHE 63, page 95). Les feuilles flétries sont d'une couleur foncée et affichent un aspect aqueux. Les plants tout entiers finissent par flétrir et leur tige ploie (voir la PLANCHE 64, page 95). Au cours des saisons humides, la terre des planches devient parfois saturée, ou presque saturée. Les racines qui s'étendent jusqu'à cette couche humide peuvent être atteintes et les plants situés au centre des planches afficheront des symptômes de maladie. Une fois que de telles conditions sont présentes dans une plantation, il devient alors extrêmement difficile de lutter contre la propagation de la maladie et la destruction subséquente des racines.

Les gouttes d'eau projetées sur les feuilles peuvent y déposer des zoospores, des sporanges et même de la terre contenant du mycélium. Si l'humidité présente est suffisante, le champignon se développe rapidement dans le tissu foliaire. Les sporanges se développent en grand nombre sur les lésions foliaires. La souche de *Phytophthora* responsable du mildiou de la pomme de terre produit plus de 900 000 sporanges sur une seule lésion foliaire. Les sporanges sont facilement disséminés par les courants d'air. La maladie se propage rapidement dans toute la plantation au stade de brûlure foliaire. Les sporanges formés sur des lésions foliaires tombent sur le sol et commencent à envahir les racines. Sur les feuilles, l'infection se manifeste d'abord sous forme de plages sombres et aqueuses (voir la PLANCHE 65, page 95), qui tournent parfois à la couleur ocre quand elles se dessèchent. Le tissu foliaire est rapidement couvert d'un duvet de mycélium gris pâle et, quand le temps est humide, les sporanges se développent.

Le champignon hiverne sous forme d'oospores ou de mycélium dans les tissus malades des plantes, ou sous forme d'oospores dans le sol.

Facteurs favorisant la maladie

Phytophthora est un champignon qui a une grande affinité avec l'eau. La maladie qu'il cause est plus fréquente là où l'humidité du sol dépasse de 60 % la capacité au champ et là où l'eau stagne en flaques à la surface (voir la PLANCHE 66, page 95). Comme ce champignon peut être actif à des températures aussi fraîches que 6 °C, les racines sont vulnérables au début du printemps et pendant toute la saison de croissance.

La machinerie ou les gens qui passent dans l'eau stagnante risquent de projeter le champignon sur les planches de semis et les feuilles. La pluie peut elle aussi projeter les zoospores et les sporanges jusqu'à un mètre. Une fertilisation excessive, qui entraîne la surabondance du feuillage crée des conditions d'humidité idéales pour l'apparition de lésions foliaires.

Méthodes de lutte contre la maladie

Méthodes culturales

La lutte contre *Phytophthora* commence par le choix de l'emplacement. Une analyse topographique est nécessaire avant l'établissement d'une nouvelle plantation. On doit évaluer le drainage en surface du terrain : comment s'écoule l'eau de ruissellement; où se trouvent les parties basses où l'eau peut s'accumuler et où le sol reste parfois humide pendant de longues périodes. On doit évaluer aussi le drainage sub-superficiel en réalisant un profil pédologique ou en procédant au carottage. Quand on désire abaisser la teneur en eau dans l'horizon sub-superficiel, le drainage souterrain est une solution à envisager. L'orientation donnée aux planches est en bonne partie fonction de la direction dans laquelle s'écoule l'eau de surface. On devrait éviter d'établir de nouvelles plantations à un endroit susceptible de recevoir l'eau de ruissellement des plantations déjà établies.

Une fois que l'emplacement est choisi et que les planches sont formées, il faut parfois procéder à un nivellement du terrain. Le fond des tranchées doit être à un niveau plus élevé que le sol entourant la plantation. Il est parfois nécessaire de creuser une tranchée sur tout le périmètre de la plantation pour s'assurer d'une évacuation rapide de l'eau. Il peut également s'avérer nécessaire de détourner l'eau de surface pour qu'elle ne traverse pas la plantation et

qu'elle aille s'accumuler dans un endroit où sa présence pose moins de problème. Si les zones humides persistent, on peut avoir recours au sous-solage des tranchées.

Dans les zones basses où l'eau peut stagner dans les tranchées, il est conseillé d'épandre dans le fond des tranchées des copeaux de bois ou du gravier pour éviter les éclaboussures. On doit s'abstenir d'aller dans une plantation de ginseng après la pluie.

L'équipement qu'on utilise doit d'abord servir dans les plantations les plus jeunes; il faut ensuite le nettoyer avant de passer à la plantation suivante, en allant toujours des plantations les plus jeunes aux plus âgées. Les personnes qui circulent dans les plantations doivent porter des couvre-bottes jetables et les changer entre chaque plantation. On ne soulignera jamais assez l'importance de l'équipement dans la transmission de la maladie. Un seul petit foyer de maladie risque de se propager dans toutes les directions dans l'espace de quelques semaines si l'équipement transporte de la terre et de l'eau infectées d'un bout à l'autre des plantations.

Méthodes chimiques

Les seules mesures efficaces pour lutter contre *Phytophthora* dans les plantations de ginseng sont d'ordre préventif. Il faut suivre une stratégie intégrée de lutte qui associe Ridomil et Aliette, et commencer à l'appliquer au début du printemps, dès que le sol atteint 6 °C. Le tableau 7–5, *Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario*, page 75, indique comment utiliser efficacement ces mesures de lutte. Il faut faire particulièrement attention au volume d'eau utilisé pour la pulvérisation d'Aliette. Il importe d'utiliser de bonnes pratiques de gestion de la résistance. Une utilisation répétée de Ridomil risque de mener au développement de souches résistantes de *Phytophthora*. Voir la section *Résistance aux fongicides*, page 51.

Dans tout programme préventif, l'homogénéité de la pulvérisation est indispensable et on doit s'assurer que toutes les parties de la plante sont atteintes par le brouillard. On évitera ainsi que le ginseng soit affaibli par les attaques d'autres maladies. Il ne faut jamais utiliser les produits phytosanitaires à des doses inférieures à celles recommandées sur le mode d'emploi.

Maladies du ginseng dues à *Alternaria*

Le champignon et ses symptômes

Les maladies du ginseng dues à *Alternaria* sont causées par le champignon *Alternaria panax*. Il existe de nombreuses espèces appartenant au genre *Alternaria*. Les cultures qu'elles attaquent sont tout aussi nombreuses. Certaines, comme *A. alternata*, ont une large gamme d'hôtes, mais d'autres, comme *A. panax*, s'en prennent à une gamme restreinte de plantes. Les spores d'*Alternaria* sont omniprésentes. Elles sont disséminées par les courants d'air. On trouve *Alternaria panax* dans toutes les régions du monde qui produisent du ginseng. Observées au microscope, ses spores ont une forme singulière.

Dans les plantations de ginseng, la plupart des infections dues à *Alternaria* se déclarent sur les tiges au début de la saison. Le champignon a besoin d'une certaine période d'humidité, variant selon la température, pour provoquer l'infection. Une fois que les plants sont couverts de feuilles, les tiges sont abritées. Il en résulte un microclimat humide. Les premiers signes d'infection sont des taches pâles ou ocre sur la tige, au-dessus du paillis. Aux endroits où apparaissent ces taches, la tige devient sèche et cassante. À mesure que l'infection se propage, les taches se couvrent d'une couche fuligineuse faite de spores de couleur sombre. Quand on passe le doigt sur la partie sombre de la lésion, on constate la présence d'un résidu noir comme de la suie. La tige qui est atteinte par *Alternaria* plie habituellement à la hauteur des lésions et se casse en formant un angle aigu (voir la PLANCHE 67, page 96). Par contre, les tiges endommagées par *Rhizoctonia* ne sont pas aussi cassantes, mais elles se courbent jusqu'à ce qu'inévitablement elles s'affaissent. Une autre différence entre les deux formes de lésions est leur emplacement sur la tige. *Alternaria* sévit en général au-dessus de la couche de paillis, tandis que *Rhizoctonia* cause des dommages plus bas sur la tige, soit au niveau du paillis ou juste au ras du sol.

Sur les feuilles, *Alternaria* montre habituellement des symptômes particuliers. Les lésions typiques d'*Alternaria* sont des plages de tissu desséché dont le milieu de couleur ocre est entouré de cercles concentriques sombres et clairs et, pour finir, d'un halo chlorotique (voir la PLANCHE 68, page 96). Les spores se forment sur les zones sombres. Les lésions sont circulaires ou légèrement anguleuses à l'intérieur

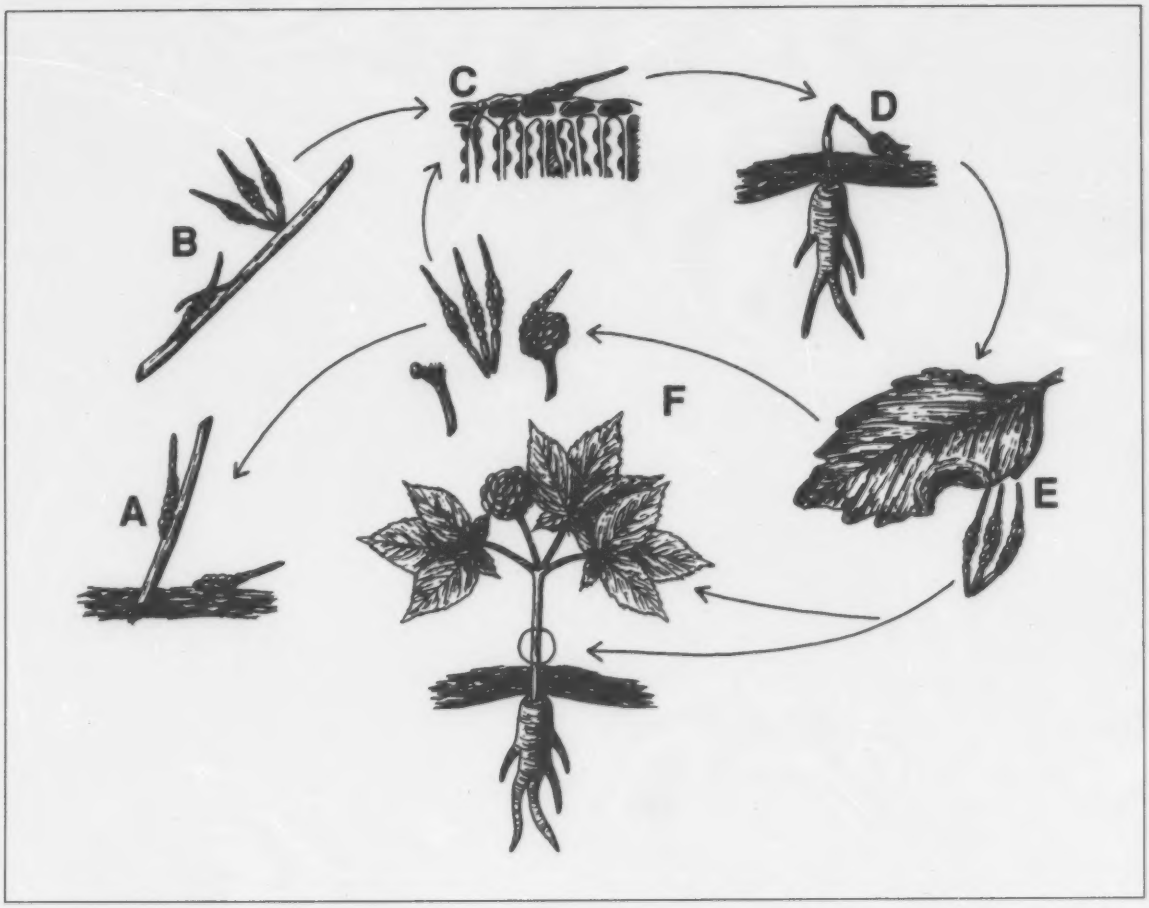


FIGURE 6–4.
Cycle biologique de *Alternaria* chez le ginseng

A. Les conidies (spores) d'*Alternaria* passent l'hiver sur les débris végéteaux de ginseng comme les vieilles tiges ou les feuilles mortes. Les conidies demeurent en vie tout l'hiver et sont prêtes à germer au printemps.

B. Au fur et à mesure que les conidies germent, elles forment de nombreux pédoncules qui produiront de nouvelles conidies. Ces nouvelles conidies sont prêtes à infecter les plantes du voisinage et sont transportées par les courants d'air et par la machinerie ou les gens qui se déplacent d'une plantation à l'autre.

C. Les conidies d'*Alternaria* sont multicellulaires. Chaque cellule est capable de germer et d'envahir les tissus végétaux.

D. Les premières infections qui apparaissent dans les plantations où *Alternaria* était présent l'année précédente sont situées sur les tiges. Ces infections ne sont souvent aperçues que lorsqu'elles forment des « points chauds » et qu'un bon nombre de feuilles entourant le matériel âgé de la plante manifestent des lésions.

E. Les lésions foliaires sont en général de couleur ocre avec une bordure jaune. Les lésions où les conidies sont produites affichent des cercles plus foncés dans la lésion, ce qui lui donne l'apparence d'une cible. Des milliers de conidies sont rapidement produites sur les lésions foliaires.

F. Les conidies produites sur les lésions foliaires sont transportées par les courants d'air à travers la plantation et même d'une plantation à l'autre. De nouvelles lésions de la tige sont ensuite formées, et les inflorescences en développement sont également attaquées. Quand ces inflorescences sont infectées, les baies avortent la plupart de temps et il ne reste rien que les pédoncules (axe portant les fleurs) qui tenaient auparavant les baies. Cette variante de la maladie est souvent appelé « blastocyste » Les plantes ont besoin de protection sur toutes leurs parties aériennes pour résister à la maladie. Il est important de bien couvrir les tiges et les inflorescences de bouillie.

d'un cercle. Les infections graves du pédoncule, particulièrement à l'aisselle des feuilles, peuvent entraîner la défoliation. Les pédoncules sont les petites « tiges » auxquelles sont fixées les feuilles et l'inflorescence. Si l'on n'intervient pas et si les conditions météorologiques lui sont favorables, *Alternaria* est capable de défolier toute une plantation en moins d'une semaine (voir la PLANCHE 69, page 96).

Les lésions atypiques apparaissent parfois quand il fait extrêmement chaud. Pendant la canicule, les lésions sont soit brun foncé, soit noires, et ont un aspect graisseux. Mais quand on les regarde de près, on découvre encore les cercles concentriques de la sporulation. Sur les plantules, par temps chaud, les lésions peuvent proliférer au point que la tige devient presque noire et s'affaisse. Il s'ensuit un flétrissement des feuilles, et la plante présente un aspect qui rappelle la fonte des semis.

Une fois établie dans la plantation, les spores se propagent sur les inflorescences en développement. Les baies des inflorescences infectées s'assombrissent et se ratatinent (voir la PLANCHE 70, page 96). Finalement, elles tombent et ne laissent que les pédoncules et la tige sur la plante.

Le champignon hiverne dans la paille et les débris végétaux. Au printemps, les spores se forment et sont emportées par les courants d'air vers les plants qui lèvent de terre.

Facteurs favorisant la maladie

Si *Alternaria* est présent dans une plantation, ses spores hiverneront sur les débris végétaux. Cela s'applique particulièrement aux vieilles tiges. Au printemps, quand les plants sont couverts de feuilles, il n'est pas rare de trouver un groupe de plants présentant des lésions foliaires autour d'une tige de l'année précédente restée debout. Les débris végétaux sont la source la plus fréquente d'infections printanière dans les plantations de ginseng.

Comme la maladie a besoin d'humidité, toute surabondance du feuillage favorisera le développement et la propagation des lésions sur la tige et sur les feuilles. Les plantations situées dans des zones à proximité d'un terrain boisé où l'air est immobile sont plus susceptibles d'être attaquées. Plus tard dans la saison, les spores sont transportées par le vent depuis les plantations infectées ou d'une quelconque plante hôte avoisinante.

Dans les plantations dont le sol est acide, les infections à *Alternaria* sont plus graves. La maladie est plus commune sur les tissus végétaux sénescents. À mesure que les plantations vieillissent dans la saison, elles deviennent plus sensibles à la maladie. Dans les plantations où les plants sont stressés par une faible fertilité, la brûlure des engrais, la pollution atmosphérique et les stress physiques tels que la grêle ou la sécheresse, la maladie a des chances accrues de se développer.

Méthodes de lutte contre la maladie

Méthodes culturales

On devrait installer les plantations là où l'air circule librement. Si l'on érige des lattis d'ombrage sur les côtés de la plantation, il faut veiller à ne pas bloquer le mouvement de l'air. Il faut aérer les grandes plantations en relevant périodiquement les lattis ou la bâche pour laisser l'air chaud s'échapper. Toutes les mesures qui réduisent l'humidité sont bonnes pour prévenir les infections.

Il faut s'assurer que le pH du sol est situé entre 6 et 6,5 avant de semer.

La densité des plants a parfois une incidence sur le développement de la maladie. Des taux de semis élevés ou des pratiques de fertilisation qui favorisent la surabondance du feuillage créent un environnement propice à la maladie. Le ginseng s'éclaircit de lui-même, au bout de trois ans, à une densité d'environ 80 plants/m^2. Les taux de semis élevés ont un effet non seulement sur le microclimat dans le feuillage, mais aussi sur les racines qui restent petites et minces.

Méthodes chimiques

Une pulvérisation précoce de Bravo, lorsque 20 % des plants ont levé, devrait contribuer à « nettoyer » le paillis et à prévenir les infections printanières précoces. Une fois que la plantation est couverte de feuilles, il faut alterner les familles chimiques utilisées. Il faut porter une attention particulière aux volumes d'eau, à la bouillie et à l'homogénéité de la pulvérisation. La prévention contre *Alternaria* n'est efficace que si les produits chimiques sont pulvérisés

uniformément sur la tige et les inflorescences ainsi que sur les deux faces des feuilles. Le tableau 7–5, *Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario*, page 75, dresse la liste des méthodes de lutte chimique utilisées contre *Alternaria* chez le ginseng.

Brûlure botrytique chez le ginseng

Le champignon et ses symptômes

La brûlure botrytique est causée par le champignon *Botrytis cinerea*. Cet organisme pathogène s'attaque à bon nombre de cultures fruitières et légumières et cause une moisissure grise qui est commune dans le raisin, la fraise, les fleurs de serre et de nombreux légumes. *Botrytis* est surtout actif lorsqu'il fait frais (18–23 °C). Il peut infecter toutes les parties de la plante, soit les fleurs, les feuilles, les tiges et les racines.

Le champignon s'établit souvent sur les plants vers la fin de la période de floraison. Il infecte les tissus vieillis des pétales fanés. Il est rare qu'il envahisse des tissus sains qui sont en croissance, mais quand il a formé une assez grande masse sur les pétales en train de mourir, il est capable de pénétrer dans n'importe quel tissu avec lequel il entre en contact. Cette faculté d'envahir les tissus morts ou en voie de mourir est particulièrement redoutable pour le ginseng. Les spores de *Botrytis* présentes dans la paille peuvent germer et former des « sclérotes », organes noirs et durs capables de survivre aux températures hivernales et à des conditions inhospitalières (voir la PLANCHE 71, page 96). Ces sclérotes ressemblent à des excréments de souris. Sous des conditions climatiques favorables (temps frais et humide), les sclérotes germent et libèrent de nombreuses spores.

Les fleurs infectées produisent une masse de conidies (spores) grises et duveteuses. Dans leur voisinage, les baies tournent au violet et se ratatinent (voir la PLANCHE 72, page 96). Les baies qui pourrissent produisent, elles aussi, des conidies en grande quantité (voir la PLANCHE 73, page 97). La masse de mycélium (filaments mycéliens) produite par ces infections envahit les tissus des feuilles et des tiges qui entrent en contact avec elle. Il arrive parfois que des séries de feuilles en décomposition soient collées ensemble. Quand une feuille pourrit et tombe sur une autre, cette dernière s'infecte à son tour (voir la PLANCHE 74, page 97). Cette réaction en chaîne explique pourquoi la maladie apparaît par plaques dans la plantation. Par période de forte humidité, ces plaques sont le siège d'une importante production de conidies qui vont à leur tour donner naissance à de nouveaux foyers d'infection.

Les symptômes foliaires apparaissent habituellement à la pointe ou au bord des feuilles (voir la PLANCHE 75, page 97). Quelquefois, quand il y a des dommages d'origine mécanique, les symptômes apparaissent d'abord au milieu de la feuille. Les tissus foliaires infectés pâlissent, puis virent à l'ocre et deviennent vitreux. La pourriture est molle, et les feuilles affectées sont très flétries (voir la PLANCHE 76, page 97).

La pourriture de la tige due à *Botrytis* produit aussi une lésion molle, différente de la lésion cassante causée par *Alternaria* ou de la lésion sèche causée par *Rhizoctonia*. Les tissus infectés de la tige deviennent mous, de couleur ocre, et finissent par se couvrir d'une masse grise de conidies et de mycélium (voir la PLANCHE 76, page 97).

La fonte des semis peut se déclarer au cours d'une saison fraîche et humide, en particulier quand les plants ont été blessés par des grains de sable projetés par le vent. Dans la plupart de ces cas, la racine est envahie et se désintègre complètement.

Bien que *Botrytis* ne soit pas considéré comme un champignon responsable du pourridié, les infections de la partie inférieure de la tige peuvent descendre jusqu'aux racines et en provoquer la pourriture. Les infections de la racine dues à *Botrytis* sont parfois associées, à la longue, à un peuplement réduit dans les plantations de ginseng (voir la PLANCHE 77, page 97).

Facteurs favorisant la maladie

Tout ce qui cause des dommages d'origine mécanique à la feuille prédispose cette dernière à l'infection à *Botrytis*. En Ontario, les blessures causées aux feuilles par le vent chargé de sable, au début de la saison, amènent des possibilités d'infections. Ce problème touche les plants situés en bordure. Les blessures mécaniques peuvent aussi être causées par la chute d'un lattis ou d'une bâche d'ombrage, par la grêle, par la circulation de la machinerie et des gens dans la plantation. Parfois, la brûlure des feuilles causée par les

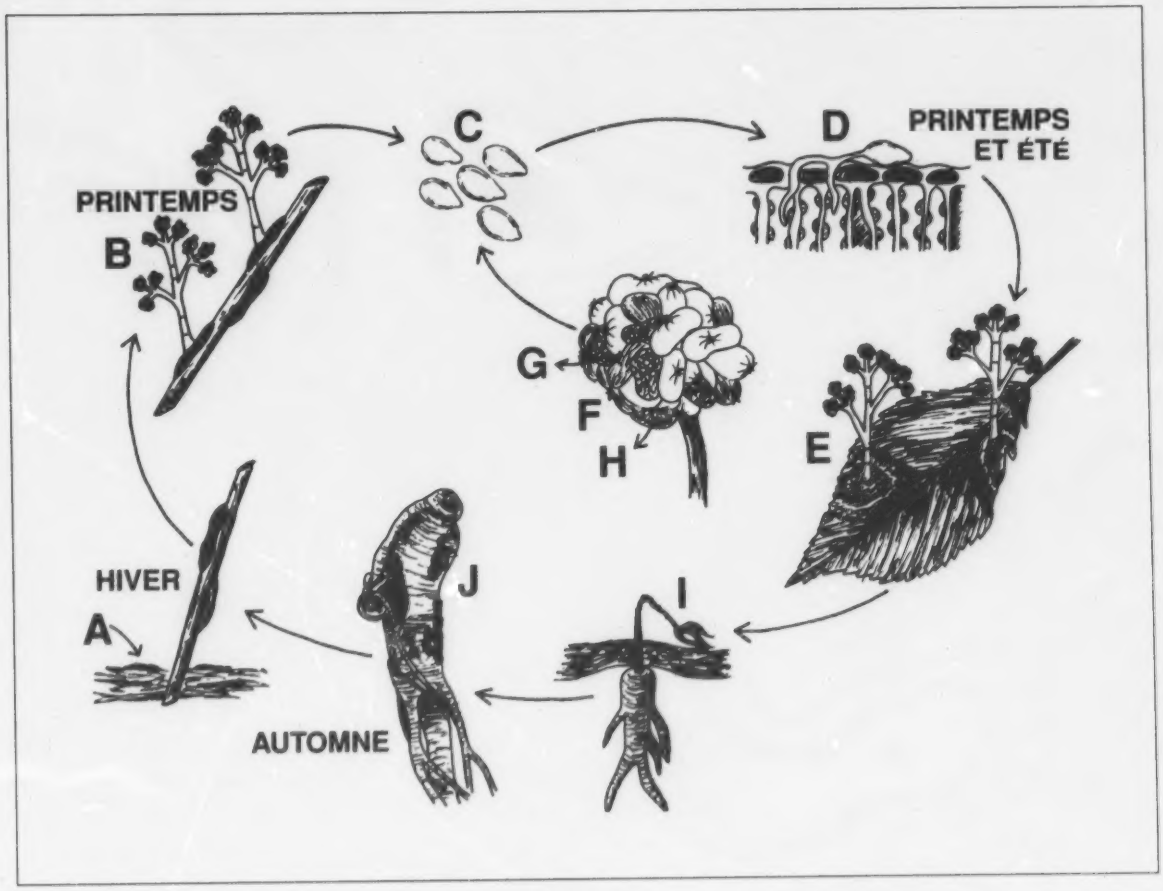


FIGURE 6–5.
Cycle biologique de *Botrytis* chez le ginseng

A. *Botrytis cinerea* est un champignon qui possède une vaste gamme d'hôtes. Il envahit les tissus végétaux faibles ou mourants. Les conidies de *Botrytis* sont présentes partout où l'on trouve des végétaux. À l'automne, les conidies peuvent être dispersées par le vent dans une plantation ou elles peuvent être déjà installées sur les plants malades. Le champignon forme des structures de survie appelées « sclérotes », qui ressemblent à des excréments de souris, et des « hyphes sombres » qui envahissent les tissus végétaux en voie de décomposition ou déjà décomposés.

B, C. Au printemps, les structures de survie germent et forment des « conidiophores » qui produisent de nouvelles conidies.

D. Au printemps et à l'été, les conidies se dispersent partout dans la plantation. Les plantes endommagées mécaniquement sont particulièrement vulnérables.

E. Partout où des lésions sont formées sur les feuilles, de nombreuses conidies sont produites et le cycle se poursuit. Quand les feuilles deviennent infectées, elles ratatinent et tombent sur les feuilles en santé. La poussée de nutriments offerte au champignon par les tissus en décomposition lui donne l'énergie nécessaire pour envahir les feuilles en santé.

F, G, H. Quand les fleurs commencent leur sénescence, les pétales en décomposition sont envahis par *Botrytis*. Le champignon utilise les pétales en décomposition comme source de nutriments pour l'aider à envahir les baies en développement. Les baies nouvellement infectées affichent une teinte violacée. Une fois que le champignon est bien établi, les conidies se forment en quantité sur les baies en décomposition.

I., J. Le microclimat régnant à l'intérieur de la masse foliaire d'une plantation de ginseng est parfois très chaud et humide. Sous de telles conditions, *Botrytis* peut infecter la tige juste au-dessus de la paille. Ces infections de la tige peuvent se déplacer vers le rhizome et aussi la racine. Une racine infectée par *Botrytis* pourrit rapidement et peut même disparaître à l'automne et au printemps suivant.

engrais ou les pesticides précède aussi l'infection. Les plantations sont particulièrement sensibles à la maladie après la floraison. Le ginseng fleurit pendant quatre à six semaines et l'infection peut se produire n'importe quand après le flétrissement des premières fleurs. Les pétales infectés, en tombant, peuvent contaminer des feuilles ou d'autres inflorescences et ainsi prolonger le cycle de la maladie.

La maladie est favorisée par des températures inférieures à 23 °C et par une forte humidité. L'humidité demeure élevée dans la masse du feuillage même quand la face supérieure des feuilles est sèche. La présence de sclérotes sur la paille et la chute des conidies contribuent à infecter les tissus du bas de la tige. Quand le feuillage est dense, l'humidité reste élevée pendant de longues périodes et les risques de contact entre des feuilles malades et des feuilles saines augmentent.

Les sclérotes qui se sont formés sur la paille produiront au printemps suivant une quantité considérable de spores. Étant donné les nombreuses espèces végétales affectées par *Botrytis*, il est probable que des conidies viendront se déposer dans la paille au cours de la saison, même dans une plantation exempte de maladie.

Méthodes de lutte contre la maladie

Méthodes culturales

Le ramassage des débris végétaux en décomposition contribue à réduire la présence de *Botrytis*. Le ginseng tend à s'éclaircir de lui-même à environ 80–100 plants/m^2. Des taux de semis initiaux supérieurs à la normale se traduisent par une végétation dense dans laquelle s'installe un milieu humide. Les pratiques de fertilisation qui entraînent une surabondance du feuillage font également augmenter l'humidité. Cette humidité stagnant à l'intérieur de la masse foliaire favorise la pourriture due à *Botrytis* à la base de la tige, juste au-dessus et à l'intérieur du paillis.

En installant sur la machinerie des dispositifs qui évitent de blesser les plants, on diminue les attaques de la maladie. Les travailleurs doivent faire attention à ne pas blesser les plants quand ils circulent dans la plantation.

Une bande de seigle de 1 mètre de large tout autour de la plantation contribue à prévenir la projection de sable.

Méthodes chimiques

Le tableau 7–5, *Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario*, page 75, présente les traitements chimiques contre *Botrytis*. Il est important d'effectuer les traitements au moment où *Botrytis* est le plus vulnérable.

Maladies du ginseng dues à *Cylindrocarpon*

Le champignon et ses symptômes

Cylindrocarpon est un champignon terricole étroitement apparenté à *Fusarium*. On le trouve dans toutes les régions productrices de ginseng du monde. C'est un champignon qui cause l'une des maladies les plus redoutables chez le ginseng, et on le trouve souvent sur les semences qui ont été stratifiées dans des caisses enterrées.

Les semences infectées par *Cylindrocarpon* peuvent pourrir; le test du flottage aide alors à les repérer. Cependant, une bonne partie d'entre elles ne pourrissent pas, et le seul indice de l'infection à *Cylindrocarpon* est la présence de sporodochies roses ou blanches à leur surface. La stérilisation de la surface est une façon d'éliminer cette menace, mais cela n'empêche pas le champignon de vivre à l'intérieur de la semence. Le tri des semences portant des sporodochies est la seule façon d'éviter l'infestation de la plantation.

Les plantules attaquées par *Cylindrocarpon* risquent de mourir avant ou après la levée. Le champignon peut attaquer la racine et causer une pourriture foncée qui détruit toute la racine (voir la PLANCHE 78, page 97). Le champignon peut également être présent sur les racines des plantules (voir la PLANCHE 79, page 98). On a découvert *Cylindrocarpon* dans des racines courtaudes (voir la PLANCHE 80, page 98) ou dont la surface porte un filet de couleur rouille. Ces plants se rendent parfois jusqu'à la récolte sans subir d'autre pourriture.

On trouve le plus souvent *Cylindrocarpon* sur les racines plus âgées. Ses spores sont stimulées par l'exudat des racines (substances qui suintent des racines) et quand elles sont présentes dans une plantation, le nombre de plants atteints par la maladie

ira en angmentant avec l'âge de la plantation. Les plantations de deux ans qui possèdent des plants infectés par ce champignon seront au moins deux fois plus infectées au début de l'année suivante. Dans les plantations plus âgées, la maladie se propage rapidement vers la fin de la saison.

Sur les parties aériennes, les symptômes de l'infection à *Cylindrocarpon* se limitent souvent à une altération de la couleur des feuilles (voir la PLANCHE 81, page 98). La maladie amène le plus souvent une coloration rougeâtre des bordures des feuilles. On peut la confondre avec *Phytophthora* qui donne aux feuilles un reflet rougeâtre ou avec *Fusarium* qui provoque l'apparition de taches rougeâtres ou jaunes en bordure des feuilles. Quand les plants flétrissent, la maladie est déjà avancée (voir la PLANCHE 82, page 98).

Le symptôme le plus fréquent de l'infection des racines par *Cylindrocarpon* est « l'évanouissement des racines ». Aux stades avancés, les racines affectées ne sont plus qu'un chicot noirci (voir la PLANCHE 83, page 98). Les premiers symptômes sont le noircissement des parties extérieures de la racine et une desquamation prononcée de sa surface (voir la PLANCHE 84, page 98 et la PLANCHE 85, page 99). Là aussi, sous la zone squameuse, se cache souvent une couche de tissu spongieux de couleur orange. Les spores sont en général produites plus tard au cours de la saison et sont facilement reconnaissables au microscope. La présence de ces symptômes dans une plantation indique habituellement que l'organisme pathogène est très agressif et qu'il peut se propager extrêmement rapidement.

Les symptômes de la rouille de la racine et de l'infection à *Rhizoctonia* se confondent parfois avec ceux de l'infection à *Cylindrocarpon* (voir la PLANCHE 86, page 99). Il faut donc analyser le champignon à l'aide d'un microscope ou le laisser se développer dans un milieu de culture sélectif pour trouver la cause réelle de la pourriture de la racine. Il devient alors très important de savoir à quel agent pathogène on a affaire. Si on traite avec du quintozène une infection à *Rhizoctonia*, les champignons *Cylindrocarpon* et *Fusarium* risquent de causer encore plus de dommages.

Facteurs favorisant la maladie

En dépit de sa gravité et des efforts déployés partout dans le monde pour lutter contre cette maladie, on connaît peu de choses sur les facteurs qui lui sont favorables. *Cylindrocarpon* peut être présent dans une plantation, mais ne fera mourir que quelques plants, tandis que dans d'autres plantations, il occasionnera jusqu'à 90 % de pertes.

Néanmoins, certains facteurs commencent à devenir évidents. *Cylindrocarpon* est plus courant aux endroits où se trouvaient antérieurement des clôtures. On le trouve également beaucoup près des zones boisées et dans les terrains où l'on a récemment brûlé des broussailles. Les plantations où l'on a épandu trop d'azote connaissent des foyers d'infection plus graves, comme dans les plantations traitées avec du quintozène fréquemment.

Cette maladie est introduite dans les plantations par la contamination des semences ou des caisses de stratification.

Voir la section *Engrais azotés*, page 25, pour plus de détails sur la gestion de l'azote dans les sols.

Méthodes de lutte contre la maladie

Méthodes culturales

Il y a peu de choses qu'un producteur puisse faire pour lutter contre *Cylindrocarpon*, si ce n'est d'éliminer les semences portant des sporodochies.

L'assainissement de la plantation est indispensable. L'équipement doit être nettoyé avant d'être transféré à une autre plantation. Les employés doivent porter des couvre-bottes jetables.

À l'heure actuelle, le choix de l'emplacement est probablement le facteur le plus important de la lutte contre la maladie. Les producteurs doivent éviter les zones qui viennent d'être déboisées et celles où se trouvaient des clôtures.

Le choix de l'emplacement de la caisse de stratification est également important. *Cylindrocarpon* peut se trouver sur les semences et des semences infectées sont parfois transportées d'une plantation à l'autre. On ne sait pas exactement si l'infection des semences se produit dans la caisse enterrée où elles sont stratifiées ou si elle se produit sur les plants pendant le développement des

semences. La stratification contrôlée en caisses à la surface du sol aide à prévenir la contamination des semences durant ce stade.

Méthodes chimiques

Aucun produit chimique n'est actuellement homologué pour lutter contre *Cylindrocarpon* dans le ginseng.

Rouille de la racine

Les symptômes de la rouille de la racine associés à *Cylindrocarpon* sont variables. La rouille de la racine, que l'on nomme parfois « gale », est une maladie causée par une infection à *Cylindrocarpon*. Des taches écailleuses de couleur rouille (voir la PLANCHE 87 et la PLANCHE 88, page 99) se développent sur la racine pivotante, d'ordinaire près d'une racine secondaire ou d'une ramification, et pénètrent à l'occasion à l'intérieur de la racine. Il est possible que ces taches disparaissent et que la pourriture des racines s'arrête là. Une couche friable de couleur orange sous la surface des lésions de rouille révèle habituellement la présence de *Cylindrocarpon*. Les spores du champignon ne sont pas toujours visibles, particulièrement au début de la saison, et le diagnostic peut n'être établi dans un milieu de culture très spécifique que de deux à trois semaines après l'incubation du champignon. Ce genre de lésion est facilement pris pour celles attribuées à *Rhizoctonia* (voir la PLANCHE 89, page 99). Seul un microscope et une culture du champignon permettent de l'identifier. Parfois, la pourriture de la racine se poursuit, et la plante finit par mourir.

Des études menées en Corée et en Colombie-Britannique ont révélé que la rouille de la racine peut être causée par des conditions environnementales défavorables. Des blessures causées par le temps froid, particulièrement dans les zones où le paillis est insuffisant, provoquent parfois la formation de la rouille sur le collet ou les bourgeons des racines (voir la PLANCHE 90, page 99). Les autres conditions environnementales défavorables associées à la rouille de la racine sont des taux élevés d'azote, une teneur élevée en matière organique du sol, des niveaux de minéraux mal équilibrés dans le sol et une quantité excessive d'eau.

Troubles abiotiques du ginseng

Stress de chaleur

Quand la chaleur extrême et la sécheresse prévalent, les feuilles du ginseng développent des taches sèches de couleur ocre (voir la PLANCHE 91, page 100). On confond facilement ces taches avec les symptômes d'une infection fongique. Ce trouble amène la présence de taches foliaires papyracées. Une fois les symptômes apparus, il n'y a pas grand chose que l'on puisse faire pour revigorer les tissus endommagés. Il est toutefois possible d'éviter ce trouble, jusqu'à un certain point, en aménageant à intervalle régulier des trous d'aération dans le matériel d'ombrage pour laisser l'air chaud et humide s'échapper. L'irrigation peut également prévenir les symptômes. Cependant, l'irrigation trop abondante des plantations de ginseng risque de causer le pourridié phytophthoréen.

Pollution de l'air

L'ozone et le dioxyde de soufre peuvent tous deux affecter les feuilles du ginseng. Les symptômes de la pollution de l'air chez le ginseng sont des taches blanches et décolorées sur les feuilles (voir la PLANCHE 92, page 100). Ces taches sont habituellement de la taille d'une pièce de cinq cents, mais il arrive qu'elles soient plus grosses. Elles apparaissent à la base des folioles, au milieu le long de la nervure principale, ou au bout des folioles. Le même symptôme est également provoqué par la dérive du brouillard d'un herbicide pulvérisé. Une vérification des mauvaises herbes environnantes permet habituellement de savoir si un herbicide est en cause.

Intoxication par le bore

Le ginseng a besoin de bore pour se développer et croître, mais si le bore est appliqué en quantité excessive, la plante sera endommagée. Le bore, en trop grande quantité, peut entraîner la réduction du poids de la racine et même l'apparition de symptômes similaires à la rouille de la racine. Le symptôme le plus apparent d'un excès de bore se trouve sur les feuilles : leurs bords deviennent jaunes ou blancs et finissent par se dessécher (voir la PLANCHE 93, page 100). Si des symptômes d'intoxication par le bore se manifestent dans la plantation, il faut vérifier les doses d'engrais appliquées pour trouver s'il y a eu erreur de mesure ou d'application. On peut confirmer s'il y a eu intoxication par le bore en faisant analyser les tissus de la plante.

TABLEAU 6–3.
Détection rapide des maladies chez le ginseng

Maladie	Époque du dépistage	Parties à examiner	Symptômes à rechercher
Rhizoctonia	• Pendant toute la saison • Surtout chez les plantules et dans les plantations de deux ans	• Sur la tige, dans le paillis • Sur le collet des racines	• Lésion sèche ocre sur la tige • Lésions rouille sur le collet et/ou le bourgeon
Botrytis	• Pendant toute la saison • Après des dommages mécaniques • Pendant les périodes humides	• Sur la paille • Sur les feuilles, dans la masse foliaire • À la base des tiges • Sur les fleurs et les baies	• Sclérotes noirs sur la paille • Lésions molles sur les feuilles, en bordure ou à la pointe • Feuilles qui semblent avoir « fondu » et qui collent aux feuilles voisines • Lésions brunes et molles • Baies brun foncé ou violacées
Alternaria	• Pendant toute la saison	• Sur la tige, au-dessus du paillis • Sur les feuilles • Sur l'inflorescence, au stade de la floraison ou de la fructification	• Lésions cassantes de couleur ocre sur la tige, spores fuligineuses • Taches foliaires entourées d'un « halo » • Lésions des feuilles avec des cercles concentriques clairs et sombres en alternance • Lésions aqueuses ou noires par temps chaud et humide • Baies brunes et desséchées • Pédoncules des semences ou des inflorescences bruns et desséchés
Phytophthora	• Dans les endroits humides • Après une longue période d'humidité	• En bordure des planches • Dans le voisinage des zones d'eau stagnante • Dans les endroits où l'eau est projetée jusque dans le milieu des planches	**Pourridié** • Feuilles molles, sombres, pendantes • Une seule feuille se fane d'abord • Feuilles à « reflet » violacé • Racines brun rose de texture caséeuse à l'intérieur **Brûlure foliaire** • Lésions vert foncé, molles, commençant à la pointe • Présence de duvet mycélien
Fusarium	• Pendant toute la saison	• Sur la tige, à l'intérieur du paillis • Sur la racine principale ou sur les racines secondaires	• Lésion de couleur ocre ridée sur la tige • Feuilles dont les bords sont rougeâtres • Plantes pouvant flétrir et plier juste au-dessous de l'attache foliaire
Cylindrocarpon	• Pendant toute la saison • Surtout dans les plantations de trois et quatre ans	• Sur la racine	• Lésions sèches, de couleur rouille, sur la racine principale, le collet ou les racines secondaires • Lésions écailleuses sombres sur la racine principale • Symptômes foliaires pouvant ne pas être présents ou ressembler à ceux de *Fusarium*

Dérive des embruns d'herbicide

Il arrive à l'occasion que les embruns d'un herbicide appliqué dans des champs voisins ou dans une zone périphérique puisse dériver jusqu'à la plantation de ginseng. Si un produit contenant du glyphosate est appliqué à l'automne, même après la sénescence d'une plantation de ginseng, et que les embruns dérivent jusqu'à la plantation, on peut trouver des résidus sur la paille au printemps suivant. Ce phénomène ne se produit pas systématiquement, car les conditions environnementales jouent un rôle dans la dérive des embruns. Les symptômes sont parfois

visibles dès que les plants lèvent au printemps (voir la PLANCHE 94, page 100); les feuilles seront déformées et tordues. Si un herbicide a dérivé, la zone affectée sera clairement délimitée. On confond parfois les dommages causés par les embruns d'un herbicide avec ceux des limaces ou des temps froids. Pour s'assurer qu'il s'agit bien des symptômes de la dérive d'un herbicide, il faut faire analyser le tissu foliaire.

Résidus d'herbicide dans la cuve du pulvérisateur

L'équipement utilisé pour pulvériser les herbicides ne devrait pas servir pour d'autres produits de lutte antiparasitaire. Le glyphosate laisse des résidus qui adhèrent à la surface de la cuve du pulvérisateur. Bravo enlève ces résidus de la paroi de la cuve, et peut causer la brûlure des feuilles (voir la PLANCHE 95, page 100). Cette réaction est spécifique à la combinaison herbicide/fongicide mentionnée.

Engrais foliaires mélangés aux fongicides

Les fongicides au dithane contiennent de petites quantités de zinc. Si un engrais foliaire contenant du zinc est ajouté à la cuve, la brûlure des feuilles risque de se produire (voir la PLANCHE 96, page 100). Si le temps est chaud, la brûlure des feuilles risque de devenir assez grave pour endommager sérieusement la culture. Une brûlure des feuilles prononcée provoquera la diminution de la taille des racines.

7. Recommandations pour la lutte contre les ennemis du ginseng

TABLEAU 7–1.
Fumigation de présemis

Parasites visés	Produit	Dose	Nom chimique	Remarques
Nématodes	Vorlex Plus	55–130 L/ha	isothiocyanate de méthyle, 1,3-dichloropropène et autres hydrocarbures C_3 apparentés	Les doses sont calculées pour des sols minéraux. Contre les maladies, appliquer les doses supérieures.
Nématodes, maladies transmises par le sol, mauvaises herbes, vers-gris	Vorlex Plus CP	225–450 L/ha	isothiocyanate de méthyle, chloropicrine, 1,3-dichloropropène et autres hydrocarbures C_3 apparentés	Les doses sont calculées pour des sols minéraux. Contre les maladies, appliquer les doses supérieures.
Nématodes	Telone II B	Voir l'étiquette	1,3-dichloropropène	Voir le mode d'emploi sur l'étiquette.
Nématodes, maladies transmises par le sol	Telone C-17-R	Voir l'étiquette	1,3-dichloropropène, chloropicrine	Contre les maladies, appliquer les doses supérieures.
Nématodes, maladies transmises par le sol, mauvaises herbes	Vapam	550–900 L/ha	métam-sodium	Contre les nématodes, les doses inférieures suffisent. Injecter le produit dans le sol.
Nématodes, maladies transmises par le sol, mauvaises herbes	Busan 1020	700–935 L/ha	métam-sodium	Contre les nématodes, les doses inférieures suffisent. Injecter le produit dans le sol.
Nématodes, maladies transmises par le sol, mauvaises herbes	Basamid	325–500 kg/ha	dazomet	Éparpiller sous forme de granulés avec un épandeur et incorporer immédiatement au sol.

TABLEAU 7–2.
Lutte contre les insectes dans le ginseng

Espèces ciblées	Produit	Dose	Nom chimique	Remarques
Vers-gris (ver-gris légionnaire, ver-gris noir, ver-gris orthogonal, ver-gris à dos rouge, ver-gris blanc et ver-gris panaché)	Pounce	180–390 mL/ha	perméthrine	Traiter quand on observe effectivement des vers-gris. **Traitement au sol :** Pulvériser la perméthrine dans suffisamment d'eau pour atteindre toutes les parties des plantes. Appliquer la dose supérieure si l'infestation est importante. **En conditions de sécheresse :** Appliquer 295–390 mL/ha. **Si les larves sont grosses (2,5–4 cm) :** Utiliser la dose de 295–390 mL/ha. Traiter par temps chaud et humide, dans la soirée ou pendant la nuit. Ne pas traiter plus de 2 fois par an.
Punaise à quatre raies	Pounce	180–260 mL/ha	perméthrine	**Traitement au sol :** Traiter au plus tard 40 jours avant la récolte. Ne pas traiter plus de 2 fois par an.

TABLEAU 7–3.
Lutte contre les mauvaises herbes dans le ginseng

L'efficacité d'un traitement herbicide dépend du moment où il est appliqué. Consulter l'étiquette pour vérifier quelles mauvaises herbes sont sensibles et à quel stade de développement elles sont le plus vulnérables.

Espèces visées	Produit	Dose	Nom chimique	Remarques
Graminées annuelles, mauvaises herbes vivaces (chiendent, chardon des champs, laiteron, liseron des champs, asclépiade, quenouilles, souchet comestible, herbe à la puce, etc.)	Touchdown 480 Herbicide	2,5 L/ha dans 50–100 L/ha d'eau	glyphosate	En Ontario : **Traiter au printemps seulement**. Appliquer **avant la levée du ginseng ou avant la reprise de la végétation**, quand les mauvaises herbes sont au stade de croissance indiqué sur le mode d'emploi. **Éviter tout contact du glyphosate avec les semences en germination ou les jeunes plantules levées**. Respecter les volumes d'eau précisés sur le mode d'emploi. Consulter l'étiquette et **suivre à la lettre le mode d'emploi**.
Graminées annuelles, mauvaises herbes vivaces (chiendent, chardon des champs, laiteron, liseron des champs, asclépiade, quenouilles, souchet comestible, herbe à la puce, etc.)	Touchdown 640 Herbicide	Traiter une seule fois à raison de 1,875 L/ha dans 50–100 L/ha d'eau	glyphosate	En Ontario : **Dans les plantations de ginseng de plus d'un an seulement.** Appliquer au printemps avant la reprise de la végétation chez le ginseng, quand les mauvaises herbes sont au stade de croissance indiqué sur le mode d'emploi. **Ne faire qu'un traitement.** **Ne pas dépasser les doses ou le volume de bouillie recommandés sous peine d'endommager la culture.** NE PAS APPLIQUER À L'AUTOMNE DANS LES PLANTATIONS DE PLUS D'UN AN.
Graminées annuelles, mauvaises herbes vivaces (chiendent, chardon des champs, laiteron, liseron des champs, asclépiade, quenouilles, souchet comestible, herbe à la puce, etc.)	Touchdown 600 Herbicide	Traiter à raison de 2 L/ha dans 50–100 L/ha d'eau, au maximum deux fois	glyphosate	En Ontario : **Dans les plantations de ginseng de plus d'un an seulement.** Appliquer au printemps avant la reprise de la végétation chez le ginseng, quand les mauvaises herbes sont au stade de croissance indiqué sur le mode d'emploi. **Traiter au maximum deux fois.** **Ne pas dépasser les doses ou le volume de bouillie recommandés sous peine d'endommager la culture.** NE PAS APPLIQUER À L'AUTOMNE DANS LES PLANTATIONS DE PLUS D'UN AN.
Graminées (voir l'étiquette du produit)	Venture L	Au maximum : 2L/ha par traitement	fluazifop-p-butyl	Trois traitements par an au maximum. Traiter au début mai, à la fin juin, à la mi-août. Traitement au sol uniquement. Ne pas traiter l'année de la récolte.

TABLEAU 7–4.
Lutte contre les rongeurs

Produit	Dose	Matière active	Remarques
Granulés rodenticides Appâts rodenticides	À utiliser avec des pièges. Garnir chaque piège avec 15 g (une cuillerée à thé rase) d'appât. Placer les pièges à 2,5–3,7 mètres de distance.	phosphure de zinc	Les pièges ne doivent pas laisser d'autres espèces que les rongeurs accéder aux appâts. Faire en sorte que les chiens, les espèces détritivores et les animaux sauvages ne puissent pas s'intoxiquer.

TABLEAU 7–5.
Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario

Espèces visées	Produit	Dose	Matière active	Remarques
Rhizoctonia	Quintozene 75WP	9,0 kg/ha	pentachloronitrobenzène	Faire une pulvérisation à haut volume avec 3 400 à 4 500 L/ha d'eau. Traiter au moment de l'ensemencement, avant le paillage. Ne pas traiter dans les 24 mois précédant la récolte. Après la récolte, ne pas cultiver une autre culture racine pendant au moins un an.
	Engrais 0-0-6 additionné de 15 % de quintozène	45 kg/ha OU 4,5 g/m^2 en traitements localisés	pentachloronitrobenzène	Épandre à la volée avant ou après le paillage au moment de l'ensemencement. Faire des traitements localisés quand les symptômes apparaissent au cours de la première année. Ne pas traiter dans les 24 mois précédant la récolte. Après la récolte, ne pas cultiver une autre culture racine pendant au moins un an.
	Engrais 0-0-5 additionné de 5 % de quintozène	135 kg/ha OU 13,5 g/m^2 en traitements localisés	pentachloronitrobenzène	Épandre à la volée avant ou après le paillage au moment de l'ensemencement. Faire des traitements localisés quand les symptômes apparaissent au cours de la première année. Ne pas traiter dans les 24 mois précédant la récolte. Après la récolte, ne pas cultiver une autre culture racine pendant au moins un an.
	QUADRIS[1] Fongicide fluide	Au semis, après le 30 septembre : 1,6 L/ha dans 4 000 L/ha d'eau. Au printemps de la première année, avant le 1er mai : 0,8 L/ha dans 4 000 L/ha d'eau	azoxystrobine	Dans les plantations qui viennent d'être semées, le traitement doit être fait après le 30 septembre après la pose du paillis. Au printemps, le traitement doit être fait avant le 1er mai. Ne pas traiter dans les 24 mois précédant la récolte. **MISE EN GARDE :** QUADRIS-Fongicide fluide — peut être extrêmement toxique pour certaines variétés de pommiers et de pommetiers. Ne pas traiter quand le brouillard pesticide risque d'atteindre ces espèces fruitières. Ne pas traiter des pommiers ou des pommetiers avec un pulvérisateur ayant servi à appliquer du QUADRIS-Fongicide fluide.
Mildiou du pied[2] (*Phytophthora*)	Ridomil 2G	31,25 kg/ha	métalaxyl	Faire le premier traitement avant la levée du ginseng. Traiter deux autres fois à 4–6 semaines d'intervalle, en fonction des conditions météorologiques. Ne pas traiter dans les 9 jours qui précèdent la récolte. Ne pas traiter plus de trois fois au cours de la même saison. Se reporter à la section *Résistance aux fongicides*, page 51.
	Aliette WDG	5,5 kg/ha dans un minimum de 200 L/ha d'eau	fosétyl-al	Intercaler le premier traitement au fosétyl-al entre les deux premiers traitements à base de Ridomil. Répéter le traitement au maximum trois fois au cours de la saison, suivant les conditions météorologiques. Faire le dernier traitement avant la sénescence, quand le feuillage est encore vert à 50 %. Ne pas traiter dans les 30 jours qui précèdent la récolte. Ne pas appliquer Aliette plus de 5 fois au cours de la saison. Voir la section *Résistance aux fongicides*, page 51.

TABLEAU 7–5.
Recommandations pour la lutte contre les maladies du ginseng en Ontario (suite)

Mildiou des feuilles (*Phytophthora*)	Aliette WDG	5,5 kg/ha dans au minimum de 200 L/ha d'eau	fosétyl-al	Ne pas pulvériser Aliette plus de 5 fois au cours de la même saison. Traiter au plus tard 30 jours avant la récolte.
Brûlure foliaire alternarienne	Dithane M-45	4,4 kg/ha dans 2 000 L/ha d'eau	mancozèbe	Pulvériser dès les premiers symptômes de la maladie. Traiter au plus tard 30 jours avant la récolte. Alterner avec Bravo et Rovral.
	Dithane DG	4,4 kg/ha dans 2 000 L/ha d'eau	mancozèbe	Pulvériser dès les premiers symptômes de la maladie. Traiter au plus tard 30 jours avant la récolte. Alterner avec Bravo et Rovral.
	Pencozeb 75 DF	4,4 kg/ha dans 2 000 L/ha d'eau	mancozèbe	Pulvériser dès les premiers symptômes de la maladie. Traiter au plus tard 30 jours avant la récolte. Ne pas donner le feuillage du ginseng à manger au bétail.
	Pencozeb 80 WP	4,4 kg/ha dans 2 000 L/ha d'eau	mancozèbe	Pulvériser dès les premiers symptômes de la maladie. Traiter au plus tard 30 jours avant la récolte. Ne pas donner le feuillage du ginseng traité à manger au bétail.
	Manzate 200 DF	4,4 kg/ha dans 2 000 L/ha d'eau	mancozèbe	Appliquer dès les premiers symptômes de la maladie et faire suivre de cinq pulvérisations à 2 semaines d'intervalle, dans le cadre du programme de pulvérisations normal. Traiter au plus tard 30 jours avant la récolte. Ne pas donner de ginseng traité (racines et feuillage) à manger au bétail.
	Rovral	1,1 kg/ha	ipridione	Ne pas traiter dans les 30 jours qui précèdent la récolte. Ne pas traiter plus de 3 fois au cours de la même saison. Alterner avec Bravo et Dithane.
Tache foliaire alternarienne	Bravo 500F	2,4–4,8 L/ha	chlorothalonil	Ne pas traiter dans les 14 jours qui précèdent la récolte. Ne pas traiter plus de six fois au cours de la même saison. Alterner avec Dithane et Rovral.
Botrytis	Bravo 500F	2,4–4,8 L/ha	chlorothalonil	Ne pas traiter dans les 14 jours qui précèdent la récolte. Ne pas traiter plus de six fois au cours de la même saison.

[1] L'homologation de Quadris sur le ginseng, au moment de la parution de la présente publication, avait été accordée en urgence à titre provisoire pour l'automne 2000 et le printemps 2001. La recommandation ci-dessus est caduque après cette période.
[2] Consulter la section *Pourridié phytophthoréen et brûlure phytophthoréenne du ginseng (mildiou du ginseng)*, page 60, pour plus de détails sur le programme de lutte intégrée contre *Phytophthora*.

TABLEAU 7–6.
Trempage des semences dans une solution de formaldéhyde

Produit	Dose	Observation
Formol (Formalin)	• Diluer 1 oz de formol dans 140 oz (approx. 1 gal) d'eau. • Faire tremper les semences pendant 25 minutes. • Rincer avec de l'eau.	Le formol est une préparation commerciale de formaldéhyde qui titre 37 % de formaldéhyde pur.

8. Annexes

ANNEXE A.
Réglementation des exportations de ginseng

Le Canada est signataire de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES). Ce traité international réglemente les échanges commerciaux de certaines espèces d'animaux et de plantes, de même que de leurs organes ou produits dérivés respectifs. Le Service canadien de la faune du ministère de l'Environnement du Canada est l'autorité qui est chargée d'administrer et de coordonner l'application de la Convention au Canada.

La Convention réglemente les échanges commerciaux de plus de 30 000 espèces d'animaux et de plantes sauvages, qui sont énumérées dans trois annexes :

- Annexe I : Les espèces rares ou menacées d'extinction — Le commerce est normalement interdit, mais des permis peuvent être obtenus dans certaines circonstances particulières.
- Annexe II : Les espèces qui ne sont pas rares ou menacées d'extinction pour l'instant, mais qui pourraient le devenir si leur commerce n'est pas réglementé — Les permis d'exportation prévus par la Convention doivent être délivrés par les autorités de la nation exportatrice.
- Annexe III : Les espèces qui ne sont pas menacées d'extinction, mais qui font l'objet de mesures de protection par la nation signataire. Les exigences en matière de permis sont identiques à celles de l'annexe II.

Le ginseng est une plante inscrite à l'annexe II de la convention CITES. On peut faire une demande de permis d'exportation de ginseng à l'adresse suivante :

L'Administrateur
Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario) Canada K1A 0H3
Téléphone : (819) 997-1840

Les permis sont délivrés pour une durée d'un an et couvrent toutes les exportations qui seront faites durant l'année visée. Lorsqu'on a obtenu le permis annuel, on le photocopie pour chacune des utilisations ultérieures, mais chaque photocopie doit être revêtue du tampon de l'Agence canadienne des douanes.

Pour un envoi unique de ginseng à l'étranger, on peut obtenir un formulaire d'enregistrement en écrivant au Service canadien de la faune à Guelph ou en téléphonant au (519) 826-2100. Ce permis ne sera utilisable que pour une seule exportation.

La Convention, de même que les lois qui en assurent l'application, réglemente le commerce à l'échelle internationale et n'a aucune incidence sur les échanges commerciaux à l'intérieur des frontières d'une nation ni sur la gestion des espèces au niveau provincial ou territorial.

ANNEXE B.
Service de diagnostic

Les échantillons destinés au diagnostic de maladies, à l'identification d'insectes ou de mauvaises herbes ou au dépistage de nématodes ou du champignon *Verticillium* peuvent être expédiés à la :

Clinique de diagnostic phytosanitaire
Division des services de laboratoire
Université de Guelph
95, ch. Stone O.
Guelph (Ontario) N1H 8J7
Tél. : (519) 767-6256
Téléc. : (519) 767-6240
Courriel : pdc@lsd.uoguelph.ca

Présenter ces dernières accompagnées d'un paiement. On peut obtenir des formulaires de demande d'analyse à l'adresse www.uoguelph.ca/pdc

Grille des tarifs

Intervention	Prix/ échantillon
Maladies des plantes	
Diagnostic sans culture sur gelose	25,00 $
Diagnostic avec culture sur gelose	40,00 $
Diagnostic de gazon	50,00 $
Identification de bactéries par la méthode Biolog	95,00 $
Dépistage de virus par microscopie électronique à transmission	85,00 $
Dépistage de virus par la méthode ELISA (Délai d'exécution = 5 jours ouvrables; tarifs spéciaux pour analyses en nombre)	60,00 $
Identification de mauvaises herbes	40,00 $
Insectes	
Identification simple	25,00 $
Identification nécessitant dissection ou clés élaborées	40,00 $
Numération de nématodes et de *Verticillium*	Prix/ échantillon
Nématodes extraits du sol (méthode *Bearman Pan)*	25,00 $
Numération des kystes NKS + dénombrement des oeufs	35,00 $
Nématodes extraits des racines	60,00 $
Numération de *Verticillium*	60,00 $

Délais d'exécution
Nématodes extraits du sol : 7 ou 8 jours
Nématodes extraits de racines : 15 jours
Numération de kystes : 3 ou 4 jours

Des frais s'appliquent à chaque échantillon reçu pour analyse. Paiement : Libeller le chèque au nom de University of Guelph. VISA et Master Card sont aussi acceptées. Ne pas envoyer d'argent comptant par la poste.

Comment prélever les échantillons destinés au dépistage de nématodes

Sol

Quand prélever les échantillons

Les échantillons de sol et de racines peuvent être prélevés en tout temps, lorsque le sol n'est pas gelé. En Ontario, les niveaux de population des nématodes dans le sol sont généralement le plus élevés en mai et en juin puis, de nouveau, en septembre et en octobre.

Comment prélever les échantillons de sol

Les échantillons devraient être prélevés à l'aide d'un tube de prélèvement, d'un transplantoir ou d'une pelle à lame étroite. Prélever les échantillons de sol à une profondeur de 20 à 25 cm (8–10 po). Si le sol est à nu, enlever le sol sur 2 cm (1 po) avant de prélever les échantillons. Un échantillon doit réunir au moins 10 sous-échantillons qu'on mélange et dont on ne conserve que ½ à 1 L (1 chopine à 1 pinte). Aucun échantillon ne doit représenter plus de 2,5 ha (6,25 acres). Les sous-échantillons devraient être mélangés dans un seau propre ou un sac de plastique.

Où faire les prélèvements

Si la zone de prélèvement contient des plantes cultivées vivantes, les prélèvements devraient se faire dans le rang au niveau de la zone des poils absorbants (pour les arbres, à la périphérie du feuillage).

Nombre de sous-échantillons

Selon la superficie totale échantillonnée :

500 m^2 (5 400 pi^2)	10 sous-échantillons
500 m^2–0,5 ha (5 400 pi^2–1,25 ac)	25 sous-échantillons
0,5–2,5 ha (1,25–6,25 ac)	50 sous-échantillons

Racines

Pour les petites plantes, échantillonner tout le système racinaire plus le sol qui y adhère. Pour les grosses plantes, il faut prélever 10 à 20 g (½ à 1 oz) en poids frais dans la zone des poils absorbants.

Zones atteintes

Des échantillons de sol et de racines doivent être prélevés en périphérie de la zone atteinte, là où les plants sont encore vivants. Dans la mesure du possible, prélever aussi dans le même champ des échantillons provenant de zones saines. Soumettre si possible des échantillons de racines et de sol provenant à la fois des zones atteintes et des zones saines dans le même champ.

Manipulation des échantillons

Échantillons de sol

Les placer dans des sacs de plastique dès que possible après le prélèvement.

Échantillons de racines

Les placer dans des sacs de plastique et les recouvrir de sol humide prélevé au même endroit.

Entreposage

Entreposer les échantillons à des températures de 5 à 10 °C (40 à 50 °F). Ne pas les exposer aux rayons du soleil ou à des températures extrêmement chaudes ou froides (congélation). Seuls les nématodes vivants peuvent être comptés. Une numération précise dépend d'une manutention soignée des échantillons.

Plantes présentées pour identification de maladie ou diagnostic

Formulaires de demande d'analyse

On peut se procurer les formulaires auprès d'un Centre de ressources du MAAARO. Prendre soin de bien remplir chacune des sections du formulaire. Dans l'espace prévu, dessiner les symptômes les plus évidents et la forme que prend la zone atteinte dans le champ. Il est important d'indiquer les cultures qui ont occupé cette zone pendant les 3 dernières années et les pesticides qui ont été employés au cours de l'année.

Choisir un échantillon complet et représentatif montrant les premiers symptômes. Présenter un échantillon aussi complet que possible de la plante, y compris le système racinaire ou plusieurs plants montrant une gamme de symptômes. Pour le gazon, présenter une plaque de 10 à 15 cm^2, y compris le chaume et au moins 5 cm de sol. L'échantillon devrait être prélevé sur le périmètre extérieur d'un cercle ou d'une pièce atteinte; il devrait contenir à la fois du gazon sain et malade ainsi que la zone d'intersection. Si les symptômes sont généraux, prélever l'échantillon dans une zone où les dommages sont intermédiaires. Les matières complètement mortes sont habituellement inutiles à des fins de diagnostic. Les spécimens de plantes présentés à des fins d'identification devraient comporter au moins une portion de 20 à 25 cm de la partie supérieure de la tige et des bourgeons latéraux, des feuilles, des fleurs ou des fruits dans un état qui permet de les identifier. Envelopper les plants dans du papier journal et les mettre dans un sac de plastique. Il faut placer le système racinaire dans un sac de plastique séparé, bien attaché, pour éviter le dessèchement et la contamination des feuilles par le sol. Ne pas ajouter d'eau, de façon à ne pas encourager la décomposition durant le transport. Coussiner les spécimens et les emballer dans une boîte rigide pour éviter les dommages durant le transport. Éviter de laisser des spécimens exposés à des températures extrêmes dans un véhicule ou dans un endroit où ils pourraient se détériorer.

Envoi des échantillons

Les expédier le plus tôt possible, pourvu que ce soit en début de semaine, par courrier de première classe ou par messagerie, à la Clinique de diagnostic phytosanitaire.

Spécimens d'insectes présentés pour identification

Prélèvement des échantillons

Placer les cadavres d'insectes et d'araignées à corps dur dans des éprouvettes ou des boîtes en prenant soin d'entourer celles-ci d'essuie-tout ou de ouate. Les insectes à corps mou et les chenilles doivent être placés dans des éprouvettes contenant de l'alcool. Ne pas utiliser d'eau, car elle risquerait de faire pourrir le spécimen. Pour l'expédition, il ne faut pas fixer les insectes sur du papier au moyen de ruban gommé ni les laisser libres dans une enveloppe.

Placer les insectes vivants dans un contenant renfermant suffisamment de végétaux pour les nourrir pendant le transport. S'assurer d'inscrire la mention « vivant » sur le contenant.

ANNEXE C.
Certificats phytosanitaires

Un certificat phytosanitaire peut être exigé par le pays importateur. C'est un document par lequel le pays exportateur atteste que les produits qu'il exporte est exempt de ravageurs reconnus ou justiciables de quarantaine. Les pays qui importent des semences de ginseng peuvent exiger un certificat phytosanitaire. Le pays importateur spécifiera les ravageurs ou les conditions associés à la certification. Quand on expédie des semences ou des racines vivantes de ginseng à l'extérieur du Canada, il est conseillé de vérifier auprès du pays importateur les règles que celui-ci applique le cas échéant. En connaissant d'avance les règles à respecter, on évitera les situations où une culture périssable peut se retrouver consignée avant d'être admise à rentrer au pays.

Pour obtenir des certificats phytosanitaires, communiquer avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) à l'un des bureaux régionaux dont la liste est donnée à l'annexe D.

Université de Guelph

Campus principal, Guelph N1G 2W1
(519) 824-4120
www.uoguelph.ca

Collège d'Alfred, Alfred K0B 1A0
(613) 679-2218
www.alfredc.uoguelph.ca//

Collège de Kemptville, Kemptville K0G 1J0
(613) 258-8336
www.kemptvillec.uoguelph.ca

Collège de Ridgetown, Ridgetown N0P 2C0
(519) 674-1500
www.ridgetownc.on.ca

Département de phytotechnie

www.plant.uoguelph.ca

Département de phytotechnie, Kettleby
1125 Woodchopper's Lane, R.R. nº 1
Kettleby L0G 1J0
905 775-3783

Département de phytotechnie, Simcoe
C.P. 587, ch. Blue Line
Simcoe N3Y 4N5
(519) 426-7127

Département de phytotechnie, Vineland
C.P. 7000, 4890 av. Victoria N.,
Vineland Station L0R 2E0
905 562-4141

Division des services de laboratoire

www.uoguelph.ca/labserv/

Pesticides et microcontaminants
C.P. 3650, 95 ch. Stone O.,
Guelph N1H 8J7
(519) 767-6200

Clinique de diagnostic phytosanitaire
(519) 767-6256

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Centres de recherches

Centre de recherches de l'Est sur les céréales et les oléagineux
960, av. Carling
Ottawa K1A 0C6
(613) 759-1952
http://res2.agr.ca/ecorc/biienvenu.htm

Centre de recherches sur les cultures abritées et industrielles
Harrow N0R 1G0
(519) 738-2251
http://res2.agr.ca/harrow/

Centre de recherches du Sud sur la phytoprotection et les aliments
1391, rue Sandford
London N5V 4T3
(519) 457-1470

Ferme de recherches de Vineland
4902, av. Victoria Nord
Vineland L0R 2E0
905 562-4113

Ferme de recherches de Delhi, C.P. 186, ch. Schafer
Delhi N4B 2W9
(519) 582-1950
http://res2.agr.ca/london/pmrc/pmrchome.html

Agence canadienne d'inspection des aliments

www.cifa-acia.agr.ca

Bureaux régionaux (Phytoprotection)

Belleville
345, rue College E.,
Belleville K8N 5S7
(613) 969-3333

Hamilton
709, rue Main O., pièce 101
Hamilton L8S 1A2
905 572-4152

London
457, rue Richmond, pièce 404
London N6A 3E3
(519) 645-4021

Niagara Falls
Adresse civique : 14154 Niagara River Parkway, Pav. 5
Adresse postale : R.R nº1, C.P. 7
Niagara-on-the-Lake L0S 1J0
905 262-5331

Brantford
Édifice fédéral, angle Dalhousie et Queen, C.P. 637
Brantford N3T 5P9
(519) 751-8157

District d'Ottawa
3, croissant Observatory
Édifice nº 3, Ferme expérimentale centrale
Ottawa K1A 0C9
(613) 759-1571

Toronto
401, pr. Champagne, Pav. 1
Downsview M3J 2C6
416 954-1714

Windsor
441, av. University O., pièce 208
Windsor N9A 5P9
(519) 252-7095

ANNEXE E.

Laboratoires d'analyse de sol accrédités en Ontario

Les laboratoires ci-dessous sont accrédités pour évaluer le pH et le pouvoir tampon, et pour effectuer le dosage de P, K, Mg et l'azote nitrique dans les sols de l'Ontario. Il n'existe aucune accréditation officielle en Ontario pour l'analyse des tissus végétaux, mais la compétence de tous les laboratoires accrédités est contrôlée en ce qui concerne l'analyse de tissus végétaux.

Nom du laboratoire	Adresse	Téléphone/télécopieur/courriel		Personne-ressource
A & L Canada Laboratories East, Inc. Site Web : www.al-labs-can.com	2136 ch. Jetstream LONDON (Ontario) N5V 3P5	Tél.: Téléc.: Courriel :	(519) 457-2575 (519) 457-2664 aginfo@al-labs-can.com	M. Greg Patterson M. Ian McLachlin
Accutest Laboratories Site Web : www.accutestlabs.com	146 ch. Colonnade Pav. 8, NEPEAN (Ontario) K2E 7Y1	Tél.: Téléc.: Courriel :	(613) 727-5692 (613) 727-5222 phaulena@accutestlabs.com	M^{me} Lorna Wilson M. Peter Haulena
Agri-Food Laboratories Site Web : www.agtest.com	503 ch. Imperial Pav. 1 GUELPH (Ontario) N1H 6T9	Tél.: Téléc.: Courriel :	(519) 837-1600 1 800 265-7175 (519) 837-1242 lab@agtest.com	M. Dale Cowan M^{me} Nora Wilson
Laboratoire du sol et des éléments nutritifs (anciennement Analytical Services, Land Resource Science)	Université de Guelph C.P. 3650 95 ch. Stone O. GUELPH (Ontario) N1H 2W1	Tél.: Téléc.: Courriel :	(519) 767-6226 (519) 767-6240 vkerslak@lsd.uoguelph.ca	M^{me} Virginia Kerslake
Stratford Agri Analysis (Une entreprise Daco Laboratories Ltd.)	1131 rue Erie C.P. 760 STRATFORD (Ontario) N5A 6W1	Tél.: Téléc.: Courriel :	(519) 273-4411 1 800 323-9089 (519) 273-4411 saa@dacolabs.com	M. Dale Peters M. Gary Roberts M. Keith Lemp

ANNEXE F.
Bureaux de contrôle des pesticides — Ministère de l'Environnement de l'Ontario

RÉGION Comté	RESPONSABLE DES PESTICIDES Adresse	Téléphone
Centre Toronto, Halton, Peel, York, Durham	**Charles Zubovits** 5775 rue Yonge 8e étage Toronto (Ontario) M2M 4J1	Tél.: 416 326-3671 Sans frais: 1 800 810-8048 Téléc.: 416 325-6347
Centre-ouest Haldimand-Norfolk, Niagara, Hamilton-Wentworth, Dufferin, Wellington, Waterloo, Brant	**Paul McCubbin** Éd. du gouvernement de l'Ontario 119 rue King O. 12e étage Hamilton (Ontario) L8P 4Y7	Tél.: 905 521-7667 Téléc.: 905 521-7820
Est Frontenac, Hastings, Lennox et Addington, Prince Edward, Leeds et Grenville, Prescott et Russell, Stormont/Dundas et Glengarry , Haliburton, Peterborough, Victoria, Northumberland, Renfrew, Ottawa-Carleton, Lanark, District de Nipissing (Cantons de Airy, Murchison, Dickens, Lyell et Sabine)	**Andrew Morley** **Laurel Grills** 133 av. Dalton C.P. 820 Kingston (Ontario) K7L 4X6	Tél.: (613) 549-4000 Sans frais : 1 800 267-0974 Téléc.: (613) 548-6908
Sud Elgin, Middlesex, Oxford, Essex, Kent, Lambton, Bruce, Grey, Huron, Perth, Simcoe	**Doug Morrow** **Wray Lampman** 695 ch. Exeter 2e étage London (Ontario) N6E 1L3	Tél.: (519) 873-5041 (519) 873-5048 Téléc.: (519) 873-5020
Nord Manitoulin, Nipissing, Parry Sound, Sudbury, Algoma Est, Cochrane Est, Muskoka	**John Negusanti** 199 rue Larch pièce 1101 Sudbury (Ontario) P3E 5P9	Tél.: 705 564-3249 Téléc.: 705 564-4180
Kenora, Rainy River, Thunder Bay, Algoma Ouest, Cochrane Ouest, Timmins	**Don Mitchell** 435 rue James S. pièce 331 Thunder Bay (Ontario) P7E 6S7	Tél.: 807 475-1712 Téléc.: 807 475-1745
Direction de l'élaboration des normes	Section des pesticides 40 av. St. Clair O. 7e étage Toronto (Ontario) M4V 1M2	Tél.: 416 327-5519 Téléc.: 416 327-2936
Direction des autorisations	Autorisation des pesticides 2 av. St. Clair O. étage 12A Toronto (Ontario) M4V 1L5	Tél.: 416 314-8001 Téléc.: 416 314-8452

Unités métriques

Unité de longueur		
10 millimètres (mm)	=	1 centimètre (cm)
100 centimètres (cm)	=	1 mètre (m)
1 000 mètres	=	1 kilomètre (km)
Unités de surface		
100 m x 100 m = 10 000 m^2	=	1 hectare (ha)
100 ha	=	1 kilomètre carré (km^2)
Unités de volume		
Solides		
1 000 millimètres cubes (mm^3)	=	1 centimètre cube (cm^3)
1 000 000 cm^3	=	1 mètre cube (m^3)
Liquides		
1 000 millilitres (mL)	=	1 litre (L)
100 L	=	1 hectolitre (hL)
Équivalences poids-volume (pour l'eau)		
(1,00 kg) 1 000 grammes	=	1 litre (1,00 L)
(0,50 kg) 500 g	=	500 mL (0,50 L)
(0,10 kg) 100 g	=	100 mL (0,10 L)
(0,01 kg) 10 g	=	10 mL (0,01 L)
(0,001 kg) 1 g	=	1 mL (0,001 L)
Unités de poids		
1 000 milligrammes (mg)	=	1 gramme (g)
1 000 g	=	1 kilogramme (kg)
1 000 kg	=	1 tonne (t)
1 mg/kg	=	1 partie par million (ppm)
Équivalences solides-liquides		
1 cm^3	=	1 mL
1 m^3	=	1000 L

Conversion des taux d'application

Du métrique à l'impérial (approximations)		
litres à l'hectare x 0,09	=	gallons à l'acre
litres à l'hectare x 0,36	=	pintes à l'acre
litres à l'hectare x 0,71	=	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare x 0,0[illegible]	=	onces liquides à l'acre
grammes à l'hectare x 0,015	=	onces à l'acre
kilogrammes à l'hectare x 0,89	=	livres à l'acre
tonnes (métriques) à l'hectare x 0,45	=	tonnes impériales à l'acre
De l'impérial au métrique (approximations)		
gallons à l'acre x 11,23	=	litres à l'hectare (L/ha)
pintes à l'acre x 2,8	=	litres à l'hectare (L/ha)
chopines à l'acre x 1,4	=	litres à l'hectare (L/ha)
onces liquides à l'acre x 70	=	millilitres à l'hectare (mL/ha)
tonnes impériales à l'acre x 2,24	=	tonnes (métriques) à l'hectare (t/ha)
livres à l'acre x 1,12	=	kilogrammes à l'hectare (kg/ha)
onces à l'acre x 70	=	grammes à l'hectare (g/ha)

Équivalences liquides

litre/ hectare		*gal/acre (approx.)*
50	=	5
100	=	10
150	=	15
200	=	20
250	=	25
300	=	30

Équivalences de poids

g ou kg/ha		*oz ou lb/acre*
100 grammes	=	1½ once
200 grammes	=	3 onces
300 grammes	=	4¼ onces
500 grammes	=	7 onces
700 grammes	=	10 onces
1,10 kilogramme	=	1 livre
1,50 kilogramme	=	1¼ livre
2,00 kilogrammes	=	1¾ livre
2,50 kilogrammes	=	2¼ livres
3,25 kilogrammes	=	3 livres
4,00 kilogrammes	=	3½ livres
5,00 kilogrammes	=	4½ livres
6,00 kilogrammes	=	5¼ livres
7,50 kilogrammes	=	6¾ livres
9,00 kilogrammes	=	8 livres
11,00 kilogrammes	=	10 livres
13,00 kilogrammes	=	11½ livres
15,00 kilogrammes	=	13½ livres

Conversions métriques

5 mL	=	1 cuil. à thé
15 mL	=	1 cuil. à soupe
28,5 mL	=	1 once liquide

Table de conversion — Du métrique à l'impérial

Longueur		
1 millimètre (mm)	=	0,04 pouce
1 centimètre (cm)	=	0,40 pouce
1 mètre (m)	=	39,40 pouces
1 mètre (m)	=	3,28 pieds
1 mètre (m)	=	1,09 verge
1 kilomètre (km)	=	0,62 mille
Surface		
1 centimètre carré (cm^2)	=	0,16 pouce carré
1 mètre carré (m^2)	=	10,77 pieds carrés
1 mètre carré (m^2)	=	1,20 verge carrée
1 kilomètre carré (km^2)	=	0,39 mille carré
1 hectare (ha)	=	107 636 pieds carrés
1 hectare (ha)	=	2,5 acres
Volume (solides)		
1 centimètre cube (cm^3)	=	0,061 pouce cube
1 mètre cube (m^3)	=	1,31 verge cube
1 mètre cube (m^3)	=	35,31 pieds cubes
1 000 mètres cubes (m^3)	=	0,81 acre-pied
1 hectolitre (hL)	=	2,8 boisseaux
Volume (liquides)		
1 millilitre (mL)	=	0,035 once liquide
1 litre (L)	=	1,76 chopine
1 litre (L)	=	0,88 pinte
1 litre (L)	=	0,22 gallon (imp.)
1 litre (L)	=	0,26 gallon (U.S.)
Poids		
1 gramme (g)	=	0,035 once
1 kilogramme (kg)	=	2,21 livres
1 tonne (t)	=	1,10 tonne courte (ou tonne impériale)
1 tonne (t)	=	2 205 livres
Pression		
1 kilopascal (kPa)	=	0,15 livre/pouce carré
Vitesse		
1 mètre par seconde	=	3,28 pieds à la seconde
1 mètre par seconde	=	2,24 milles à l'heure
1 kilomètre par heure	=	0,62 mille à l'heure
Température		
°F	=	(°C x 9/5) + 32

Table de conversion — De l'impérial au métrique

Longueur		
1 pouce	=	2,54 cm
1 pied	=	0,30 m
1 verge	=	0,91 m
1 mille	=	1,61 km
Surface		
1 pied carré	=	0,09 m^2
1 verge carrée	=	0,84 m^2
1 acre	=	0,40 ha
Volume (solides)		
1 verge cube	=	0,76 m^3
1 boisseau	=	36,37 L
Volume (liquides)		
1 once liquide (imp.)	=	28,41 mL
1 chopine (imp.)	=	0,57 L
1 gallon (imp.)	=	4,55 L
1 gallon (U.S.)	=	3,79 L
Poids		
1 once	=	28,35 g
1 livre	=	453,6 g
1 tonne imp.	=	0,91 tonne (métrique)
Pression		
1 livre au pouce carré	=	6,90 kPa
Température		
°C	=	(°F - 32) x 5/9

Abréviations

%	= pourcent (en poids)	km	= kilomètre
AP	= poudre à usage agricole	L	= litre
cm	= centimètre	m	= mètre
cm^2	= centimètre carré	m.a.	= matière active
DG	= granulé dispersable	m/s	= mètres à la seconde
DP	= poudre dispersable	m^2	= mètre carré
E	= émulsion	mL	= millilitre
EC	= concentré émulsifiable	mm	= milimètre
F	= pâte fluide	p. ex.	= par exemple
g	= gramme	SC	= concentré à pulvériser
Gr	= granulé	SP	= poudre soluble
ha	= hectare	t	= tonne (métrique)
kg	= kilogramme	W	= poudre (mouillable)
km/h	= kilomètre à l'heure	WDG	= granulé dispersable dans l'eau
kPa	= kilopascal	WP	= poudre mouillable

9. Planches en couleurs

PLANCHE 1. Profilage du terrain favorisant l'évacuation de l'eau. Un fossé périphérique recueille l'eau s'écoulant des dérayures et l'envoie hors de la plantation.

PLANCHE 2. Conséquences d'un excès d'eau. Le long du chemin emprunté par l'eau de ruissellement, le ginseng est mort. Les machines qui passent dans ces endroits infectés par *Phytophthora* propagent la maladie dans le reste de la plantation.

PLANCHE 3. Stagnation d'eau. Des flaques persistent dans le fond des dérayures. *Phytophthora* se développera rapidement dans les planches voisines.

PLANCHE 4. Façonnage des planches ou billonnage. Dans certaines plantations, le billonnage est exécuté après l'installation des poteaux. Dans d'autres, le billonnage a lieu avant.

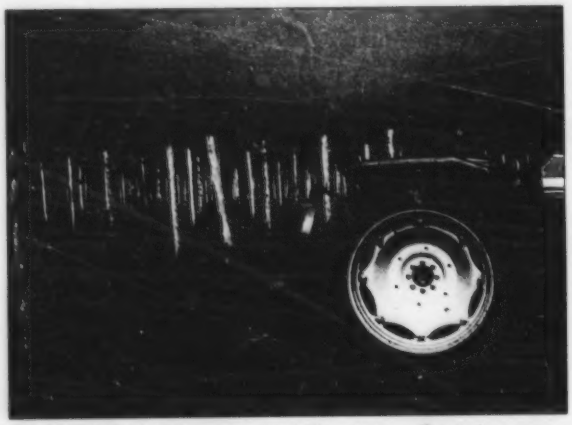


PLANCHE 5. Charrue de billonnage. Certains producteurs forment les billons et ensuite sèment le ginseng. D'autres réalisent les deux opérations en un seul passage.

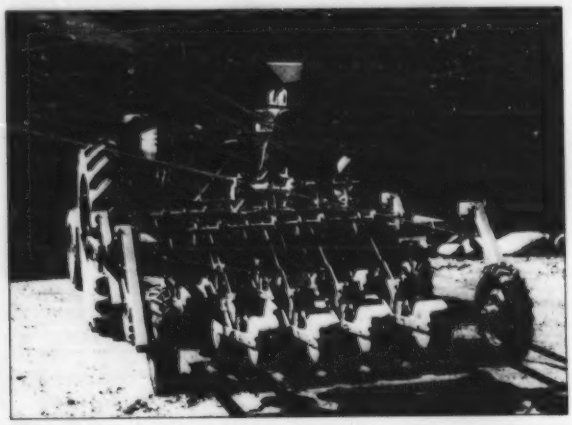


PLANCHE 6. Ensemencement. Il existe une diversité de semoirs de précision avec lesquels on peut semer le ginseng. Ici, le semoir est équipé pour ensemencer les 12 rangs du billon.

PLANCHE 7. Pose du paillis. Il est indispensable d'étaler la paille aussitôt que possible après l'ensemencement. On peut adapter la machine pour la manutention de petits bottes, de grosses balles rondes ou de grosses balles carrées.

PLANCHE 8. Ombrière basse en lattis de bois.

PLANCHE 9. Ombrière basse à filet.

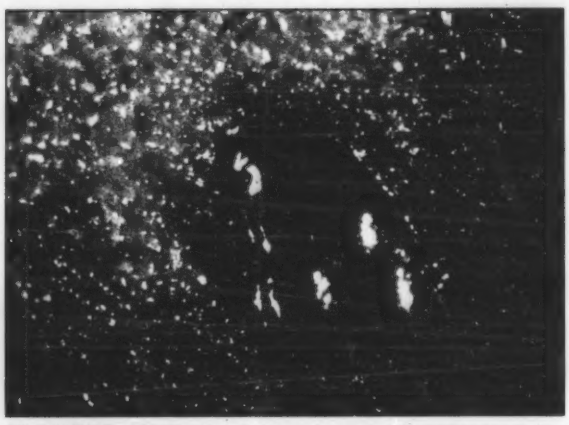


PLANCHE 10. Embryon de ginseng. Au moment de la récolte des baies, l'embryon de ginseng mesure 0,5 mm de longueur. Il multipliera sa longueur par dix avant de germer.

PLANCHE 11. Les tissus internes d'une graine infectée par *Rhizoctonia* portent d'ordinaire des taches de couleur rouille, d'étendue variable. La graine infectée tombe au fond de l'eau et passe donc l'épreuve du flottage, sauf si la pourriture est très étendue.

PLANCHE 12. L'infection à *Pythium* provoque habituellement la pourriture de la graine tout entière, donnant aux tissus internes un aspect « caséeux », grumeleux. La graine représentée ici ne passerait pas l'épreuve du flottage.

PLANCHE 13. *Fusarium* et *Cylindrocarpon* font également apparaître des taches à l'intérieur de la graine. Même de très petits points d'infection peuvent entraîner la mort de la plantule au moment de la levée.

PLANCHE 14. Sporodochies de *Cylindrocarpon*. Quand l'infection à *Cylindrocarpon* est présente à l'intérieur de la graine, on voit sur le tégument des sortes de coussinets qui contiennent de nombreuses conidies. *Fusarium* produit également des sporodochies.

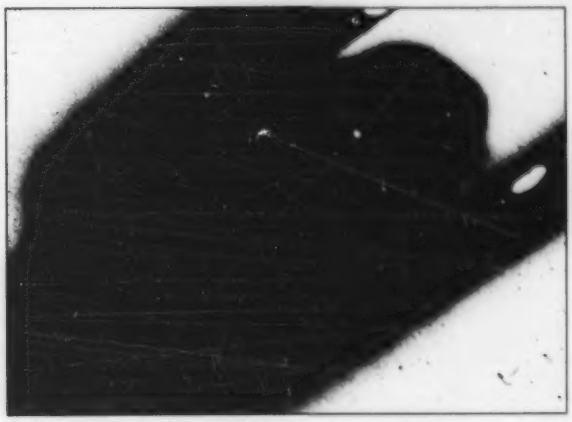


PLANCHE 15. Pourriture bactérienne de la graine. À noter l'exsudat bactérien qui suinte du micropore.

PLANCHE 16. Récolte des baies. Les baies de ginseng sont récoltées à la main et placées dans des paniers. Certains producteurs les placent dans des sacs de jute dans lesquels ils les laissent pourrir pour séparer la pulpe des graines. D'autres utilisent une dépulpeuse mécanique.

PLANCHE 17. Dépulpage des baies. La dépulpeuse mécanique enlève la pulpe qui enrobe les graines par culbutage dans un tambour.

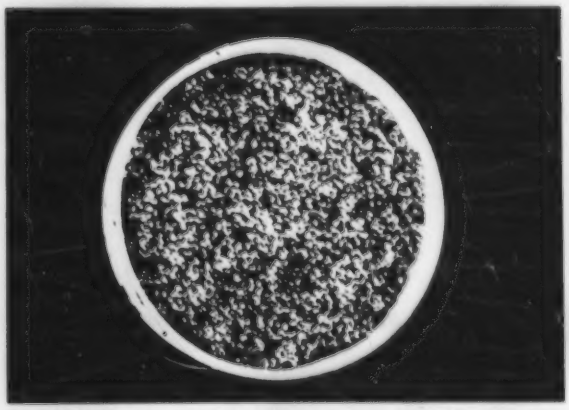


PLANCHE 18. Il faut veiller à ne pas laisser les semences vertes se dessécher.

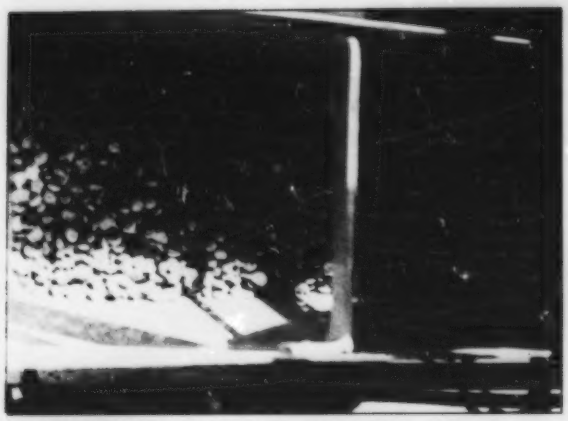


PLANCHE 19. Caisse de semences. Une bonne caisse de semences est en plastique percé de suffisamment de trous pour permettre un bon drainage. Le fond de certaines caisses est constitué d'un grillage fin.

PLANCHE 20. Semences stratifiées. Les semences de ginseng stratifiées sont encore très dures. L'embryon n'a accompli que la moitié de son développement.

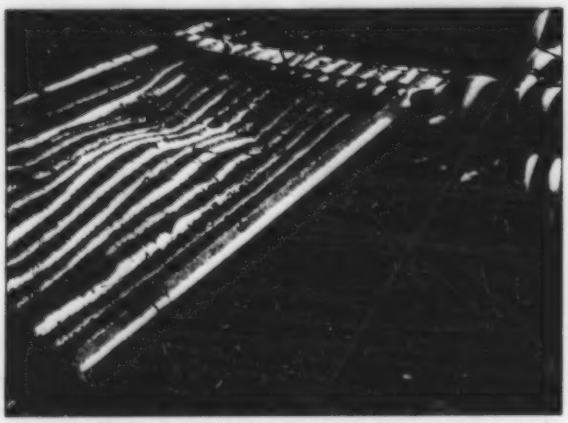


PLANCHE 21. Vérification de l'état des semences. Il faut inspecter la caisse de semences régulièrement pendant l'été pour s'assurer de la bonne santé des semences.

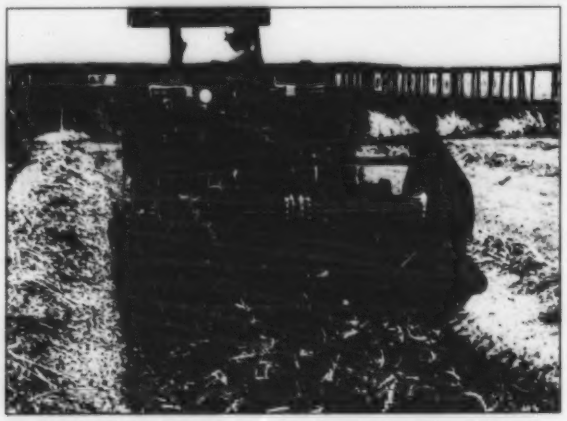


PLANCHE 22. Récolte des racines. On utilise fréquemment une arracheuse de pommes de terre modifiée pour déterrer les racines de ginseng. Certains producteurs utilisent des machines qui déterrent et qui ramassent les racines pour réduire les frais de main-d'oeuvre.

PLANCHE 23. Conditionnement des racines. Les racines fraîchement déterrées sont placées dans des paniers, puis rangées dans une chambre froide pendant 2 à 4 semaines avant de subir le séchage.

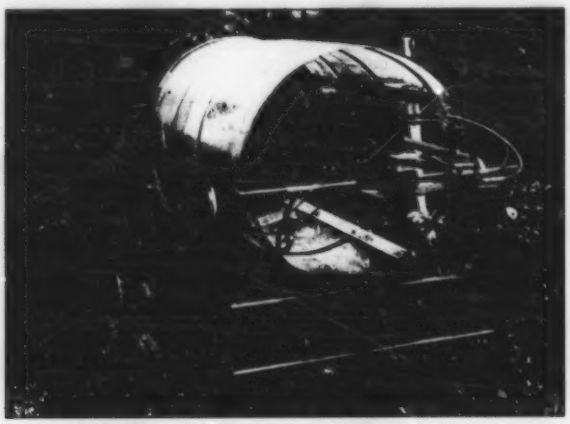


PLANCHE 24. Lavage des racines. Après le conditionnement, on lave les racines dans une laveuse à tambour.

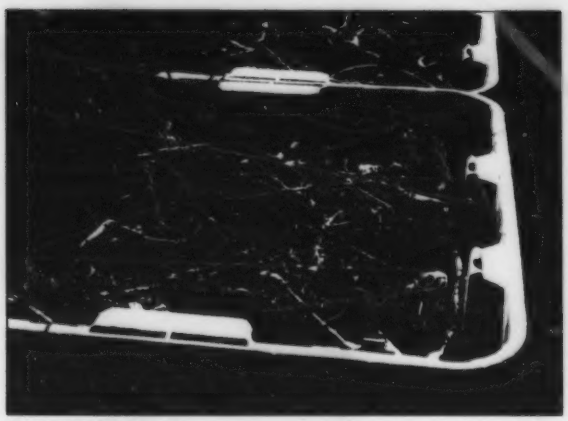


PLANCHE 25. Racines non lavées. Les racines non lavées sont en général trop sales pour être placées directement dans le séchoir.

PLANCHE 26. Racines lavées. Le lavage a pour objet d'éliminer la terre qui adhère aux racines. Un lavage trop poussé peut diminuer la valeur marchande des racines.

PLANCHE 27. Plateaux de séchage. Les racines doivent être empilées sur une couche peu épaisse afin qu'elles ne restent pas chaudes et humides pendant trop longtemps au début de la période de séchage. On sèche généralement les racines sans les avoir triées selon la grosseur.

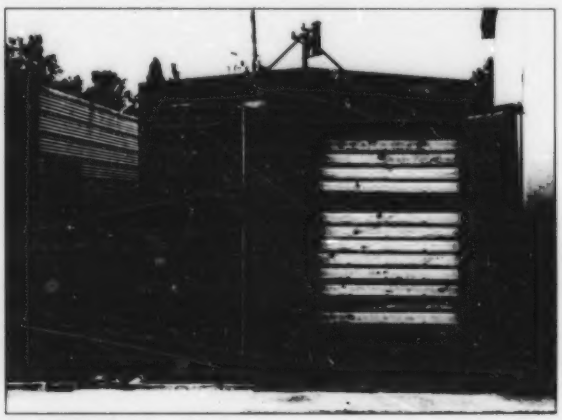


PLANCHE 28. Séchoir. Les plateaux sont placés dans un séchoir. On peut modifier un séchoir à tabac en vrac pour y sécher les racines de ginseng.

PLANCHE 29. Les racines séchées sont brun grisâtre en surface et blanc crème à l'intérieur.

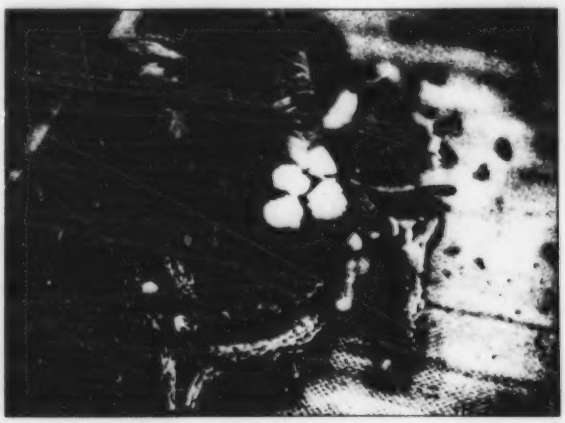


PLANCHE 30. Idéalement, la chair des racines est blanc crème.

PLANCHE 31. La chair des racines séchées à trop haute température est plus sombre et cernée d'anneaux foncés qui en diminuent la valeur marchande.

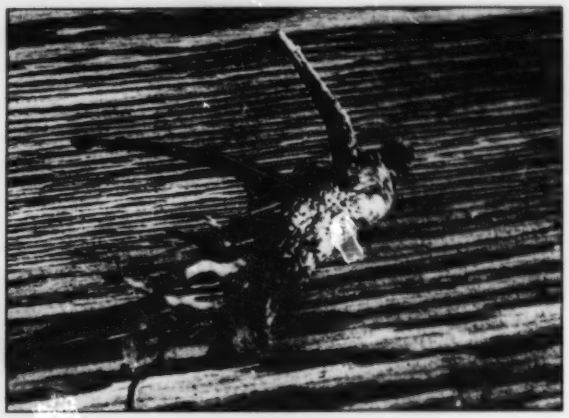


PLANCHE 32. Stries rouges. Quelquefois, après le séchage des racines, on peut voir juste sous l'écorce une série de petites stries rougeâtres longitudinales.

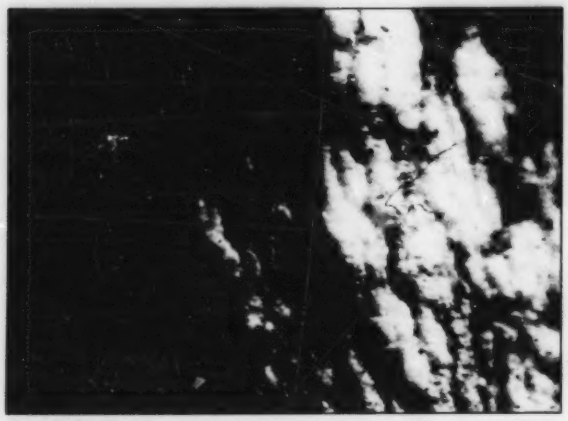


PLANCHE 33. Une image grossie de ces stries rouges permet d'apercevoir les petits canaux où se sont formés les composés phénoliques.

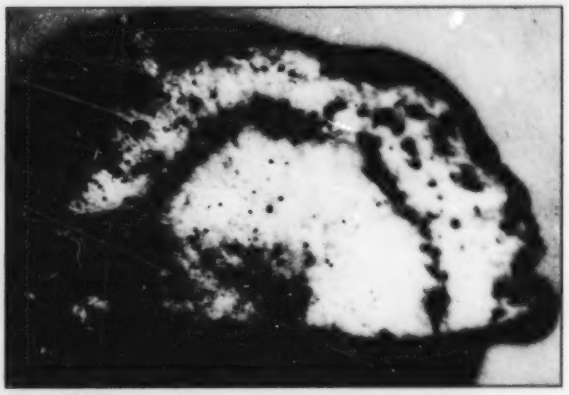


PLANCHE 34. Stries rouges. Une coupe transversale de la racine révèle les petits orifices rougeâtres des canaux.

PLANCHE 35. Des plaques grises apparaissent sur les racines infectées par *Rhizopus* dans le séchoir.

PLANCHE 36. La moisissure *Rhizopus* se développe sur les racines qui ont été infectées dans le séchoir et qui ont ensuite été réhumidifiées.

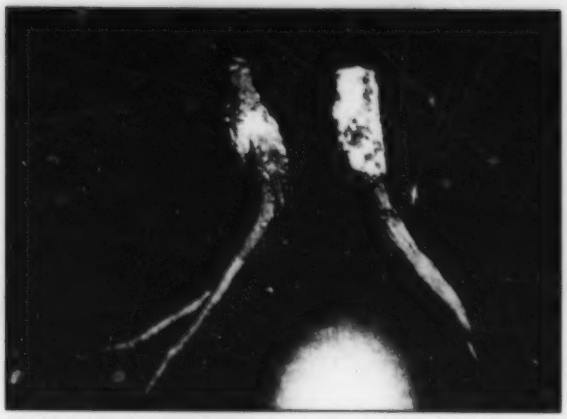


PLANCHE 37. La moisissure *Geotrichum* se reconnaît à son aspect pelucheux, sa couleur blanc sale et son odeur aigre.

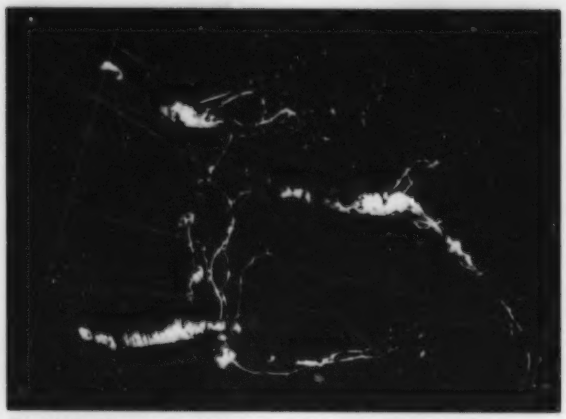


PLANCHE 38. Galles provoquées par les nématodes. Une attaque de nématodes cécidogènes entraîne la formation de galles ou nodosités le long des radicelles.

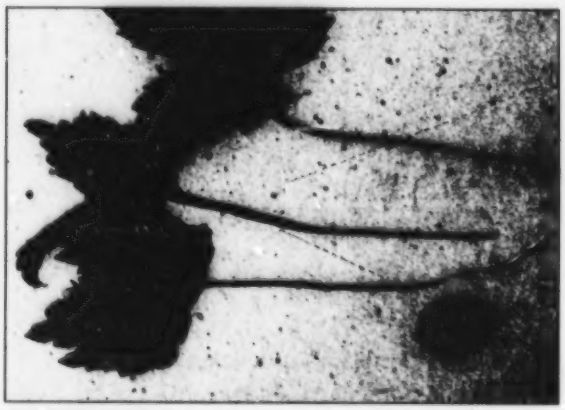


PLANCHE 39. Déprédations des vers-gris. Les vers-gris peuvent sectionner les tiges des jeunes plants de ginseng. Le plant représenté ici ne survivra pas, à moins que la racine soit déjà suffisamment développée et qu'elle ait émis le bourgeon qui assurera la reprise de la végétation l'année suivante.

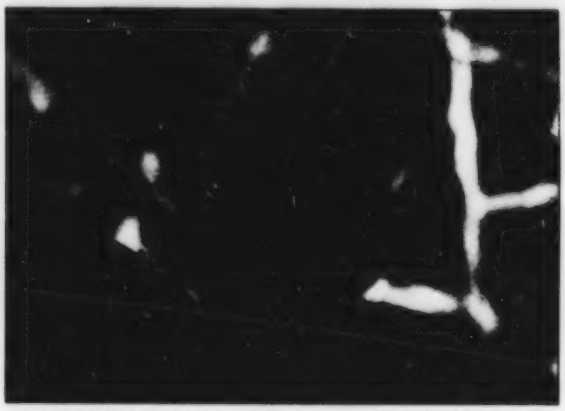


PLANCHE 40. Punaise à quatre raies perchée à la pointe d'une feuille d'un pied de menthe situé à proximité d'une plantation de ginseng d'un an.

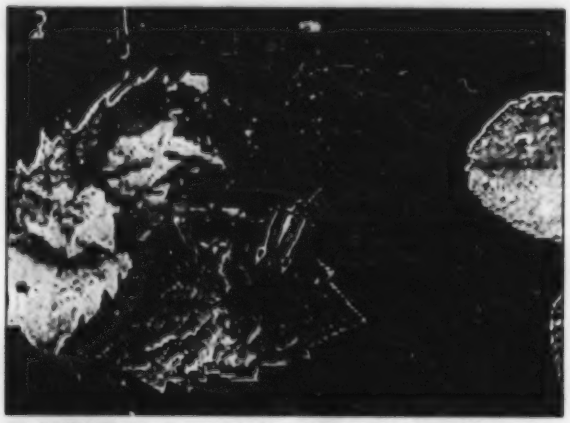


PLANCHE 41. Punaise à quatre raies. On la reconnaît aux quatre bandes noires qui s'étendent sur toute la longueur de ses ailes. Elle disparaît prestement à la moindre alerte.

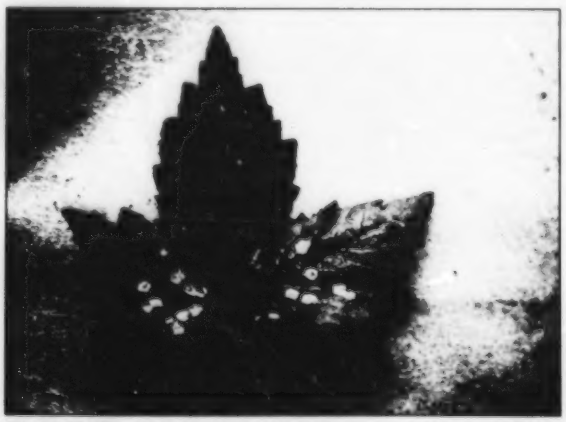


PLANCHE 42. Taches blanches causées par le prélèvement de la chlorophylle aux endroits de la feuille où la punaise à quatre raies s'est nourrie. Ces lésions sont suffisamment sérieuses pour compromettre la croissance des jeunes plants de ginseng.

PLANCHE 43. Sur des plants de ginseng de quelques années, il est rare que les déprédations de la punaise à quatre raies soient suffisamment graves pour entraîner une baisse de rendement.

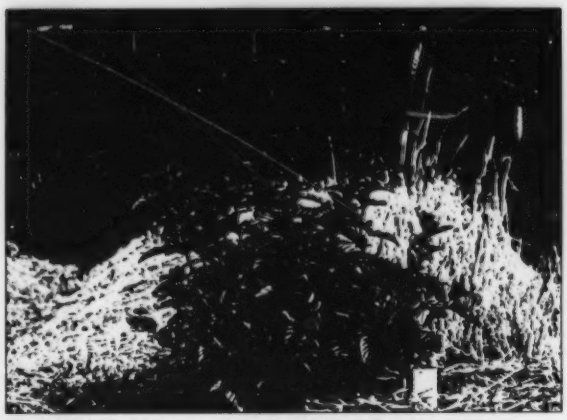


PLANCHE 44. La présence d'un pied de menthe au bout d'un billon de ginseng protège les plantules de ginseng contre les dégâts de la punaise à quatre raies.

PLANCHE 45. La cochenille dorée adulte se fixe à la tige et aux pédoncules du ginseng. À noter le creux dans ce pédoncule à l'endroit où la cochenille s'est fixée.

PLANCHE 46. La salive toxique de la cochenille dorée provoque la torsion des tiges. Les plants de ginseng parasités par la cochenille sont beaucoup moins hauts que les autres.

PLANCHE 47. Tordeuse sur plant de ginseng. Les larves de la tordeuse manipulent les feuilles de façon à pouvoir les envelopper avec des fils soyeux. Les feuilles enroulées servent de base de repli aux larves pendant qu'elles s'alimentent.

PLANCHE 48. Larve de tordeuse. La larve mesure environ 2,5 cm de longueur en fin de développement. Les producteurs de ginseng n'ont pas signalé de perte économique imputable à la tordeuse.

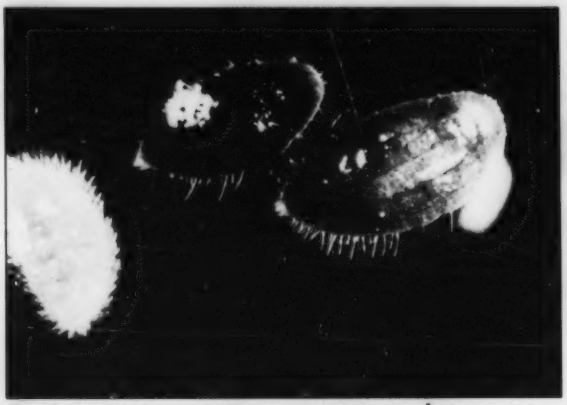


PLANCHE 49. *A. dubius* sur ginseng. À noter à la surface de la cochenille farineuse, les quelques filaments cireux qu'elle a sécrétés.

PLANCHE 50. Oothèques d'*A. dubius*. Ce sont les capsules qui abritent les oeufs. À noter la substance cireuse que la cochenille farineuse a sécrétée à la surface des oothèques et les oeufs de couleur saumon à l'intérieur.

PLANCHE 51. Dégâts d'*A. dubius* sur ginseng provoqués par les toxines que cet insecte injecte aux endroits où il s'alimente. À noter que la cochenille farineuse préfère les nervures principales des folioles, contrairement à la cochenille dorée qui préfère les tiges et les pédoncules.

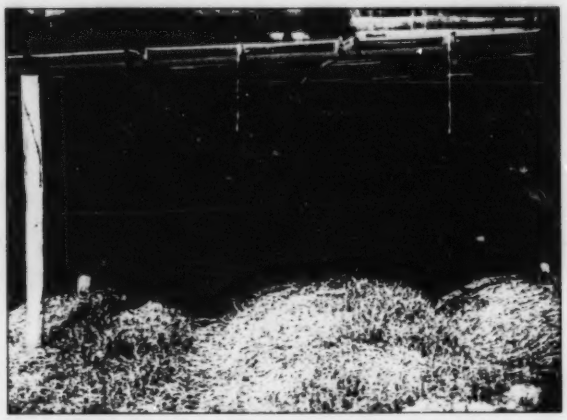


PLANCHE 52. Céréales spontanées au milieu du ginseng. Quand on étale de la paille sur les planches, on éparpille en général aussi de 2 à 3 boisseaux de graines à l'acre. Si l'on utilise de la paille de seigle, les plants spontanés de seigle survivront à la plupart des hivers ontariens.

PLANCHE 53. Déprédations des limaces. Les feuilles des jeunes plantules qui ont été rongées par les limaces poursuivront leur développement autour des lésions, d'où leur difformité.

PLANCHE 54. Pourriture pythienne. Les pointes des racines ont pourri. À noter l'absence de radicelles. Parfois, les attaques de *Pythium* entraînent une prolifération de radicelles.

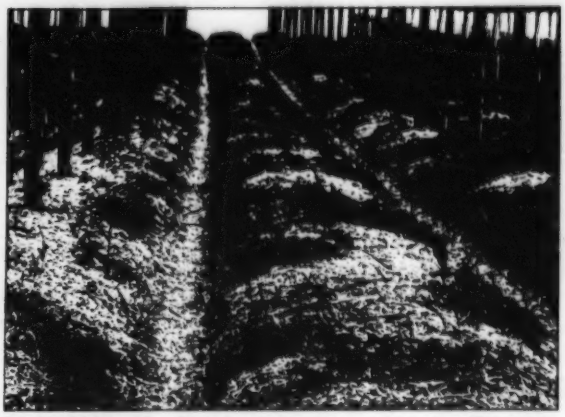


PLANCHE 55. Rhizoctonie sur ginseng. On voit dans cette plantation de 2 ans les « ronds » dénudés caractéristiques où les plants ont succombé à la rhizoctonie durant les mois d'hiver.

PLANCHE 56. Sièges habituels de la rhizoctonie sur des racines de deux ans. De bas en haut : pourriture du collet, pourriture du bourgeon et chancre de la tige.

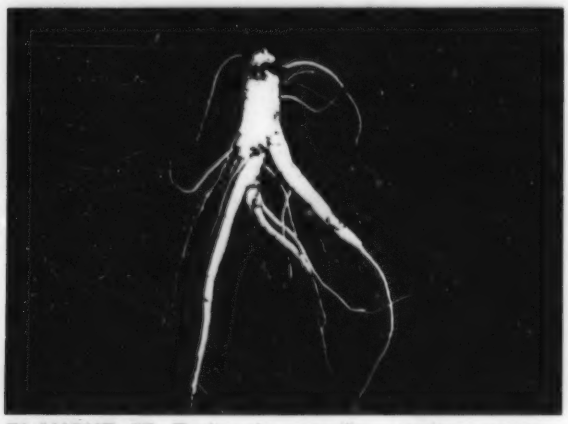


PLANCHE 57. Tache de « rouille » typique provoquée par la rhizoctonie sur des racines de deux ans et plus. La rhizoctonie inflige des dégâts moins graves aux racines âgées, mais les taches sont suffisantes pour rendre les racines impropres à la vente.

PLANCHE 58. Les racines des jeunes plantules attaquées par *Rhizoctonia* portent les taches de rouille typiques. Ces plantules ne survivront pas.

PLANCHE 59. Pourriture à *Rhizoctonia* sur le collet et le bourgeon de cette racine de deux ans qui n'a pas émis de parties aériennes au printemps.

PLANCHE 60. Les plantules infectées peu après leur levée ploient et meurent. Ce symptôme, qui porte le nom de fonte des semis, peut aussi être causé par *Pythium* et *Cylindrocarpon*.

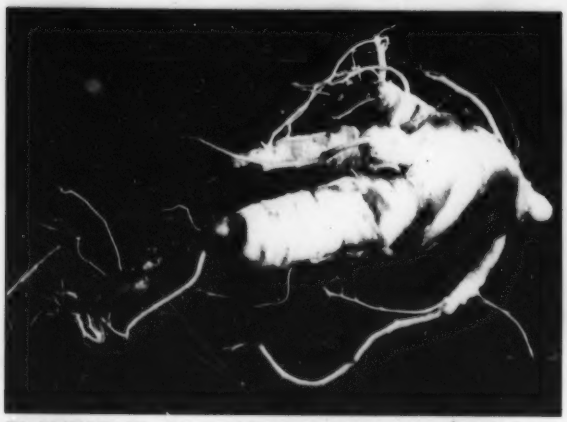


PLANCHE 61. Pourridié phytophthoréen. À noter la couleur brun rosâtre des régions cariées de la racine.

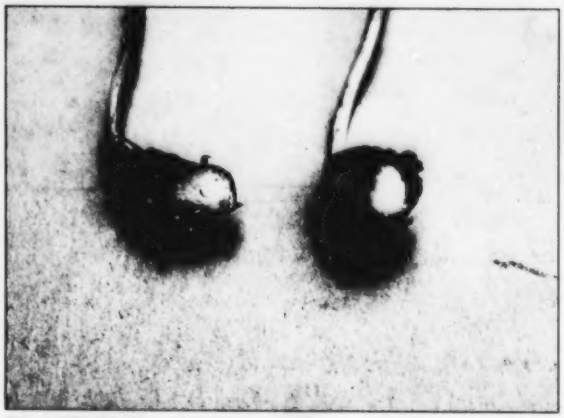


PLANCHE 62. Comparaison entre le pourridié dû à *Phytophthora*, à gauche, et le pourridié dû à *Cylindrocarpon*, à droite. À noter l'aspect « caséeux » des tissus internes de la racine infectée par *Phytophthora*.

PLANCHE 63. Pourridié phytophthoréen. À noter l'affaissement d'une seule des feuilles du plant. C'est un symptôme caractéristique de cette maladie chez le ginseng.

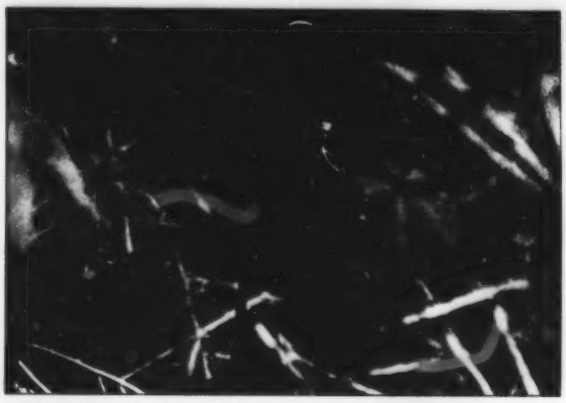


PLANCHE 64. À un stade avancé du pourridié phytophthoréen, toute la partie aérienne du plant flétrit et ploie.

PLANCHE 65. Brûlure phytophthoréenne (mildiou des feuilles). Quand il envahit les feuilles, le champignon fait apparaître une tache aqueuse qui s'étend rapidement. Par temps chaud et humide, le développement du champignon est fulgurant.

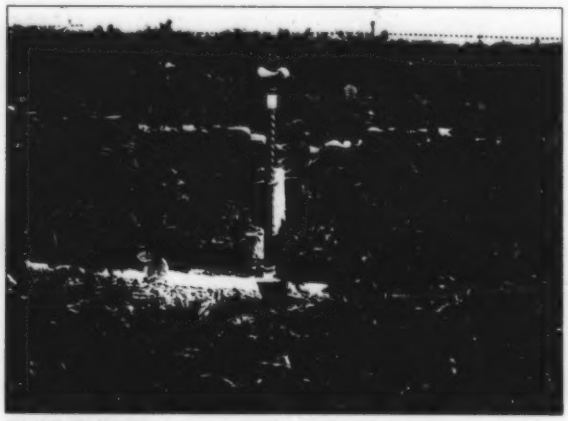


PLANCHE 66. Le pourridié phytophthoréen (mildiou de la racine) peut se développer au voisinage d'un arroseur qui fuit. À noter la zone dénudée à côté de l'arroseur.

PLANCHE 67. Chancre de la tige dû à *Alternaria*. À noter la pliure de la tige à angle aigu à l'endroit où celle-ci a été fragilisée par le chancre.

PLANCHE 68. Alternariose sur feuilles de ginseng. Les taches ocre ou brun clair sont entourées d'un « halo » chlorotique. Les taches foliaires alternariennes sont de forme relativement circulaire.

PLANCHE 69. Cette plantation a été entièrement défoliée en moins de 7 jours après l'apparition du premier signe d'infection foliaire. L'efficacité des fongicides appliqués après l'installation du champignon est incertaine.

PLANCHE 70. Brûlure alternarienne de l'inflorescence. À noter les baies ratatinées, de couleur sombre, qui se trouvent dans l'inflorescence de gauche et le dessèchement sur pied des deux inflorescences de droite.

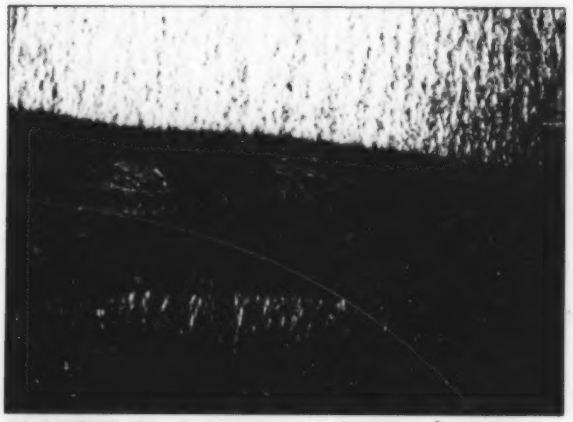


PLANCHE 71. Sclérotes de *Botrytis*. À noter les amas de sclérotes noirs sur la tige âgée.

PLANCHE 72. Brûlure botrytique de l'inflorescence. À noter la couleur violacée des baies infectées. Le ratatinement des baies est moins prononcé qu'avec la brûlure alternarienne.

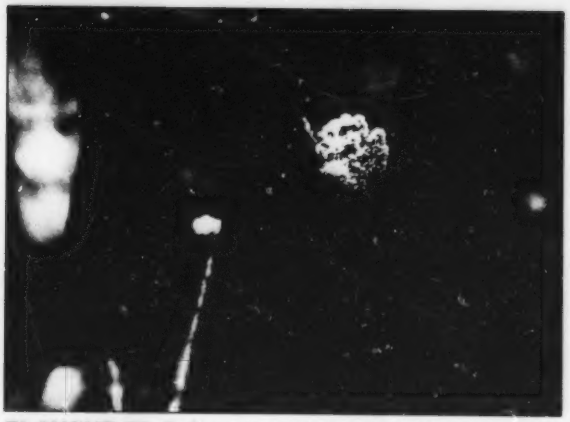


PLANCHE 73. Brûlure botrytique de l'inflorescence. À noter les coussinets pelucheux remplis de conidies.

PLANCHE 74. Propagation par contact. Les feuilles pourrissantes retombent sur les feuilles saines. Le champignon se nourrit des tissus en décomposition pour mieux attaquer les tissus sains.

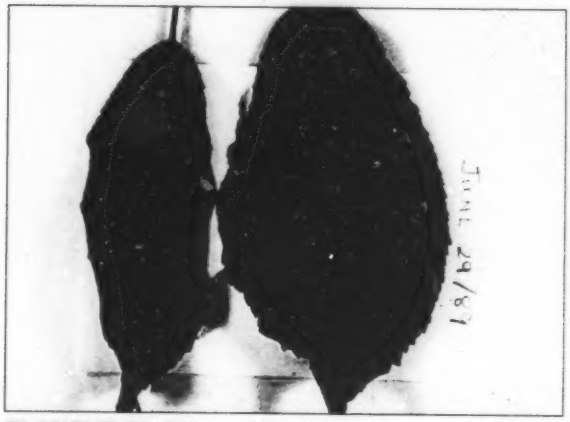


PLANCHE 75. Brûlure botrytique des feuilles. Cette maladie ressemble beaucoup à la brûlure phytophthoréenne (mildiou des feuilles). Les feuilles infectées par *Botrytis* ne tarderont pas à retomber et à prendre une couleur brun clair.

PLANCHE 76. La brûlure botrytique des feuilles se déclare le plus souvent à la pointe des feuilles, et les feuilles atteintes ont un aspect flétri.

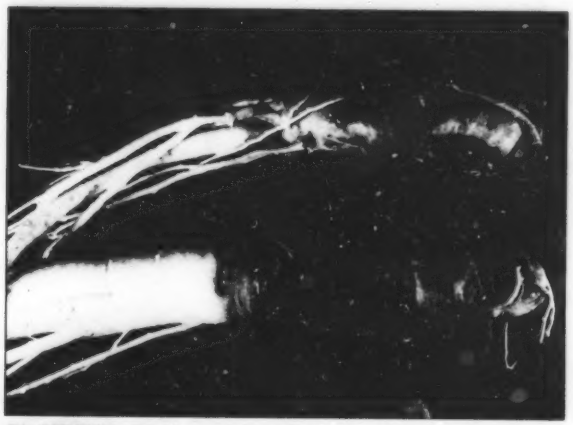


PLANCHE 77. Les infections de la racine dues à *Botrytis* peuvent se couvrir des mêmes sclérotes noirs que les tiges âgées. La racine pourrit rapidement.

PLANCHE 78. Pourridié dû à *Cylindrocarpon*. À noter la pourriture de la racine presque tout entière. La pourriture envahit en général la racine à partir de la pointe.

PLANCHE 79. Les plantules infectées par *Cylindrocarpon* survivent parfois, mais leurs racines seront courtaudes et déformées.

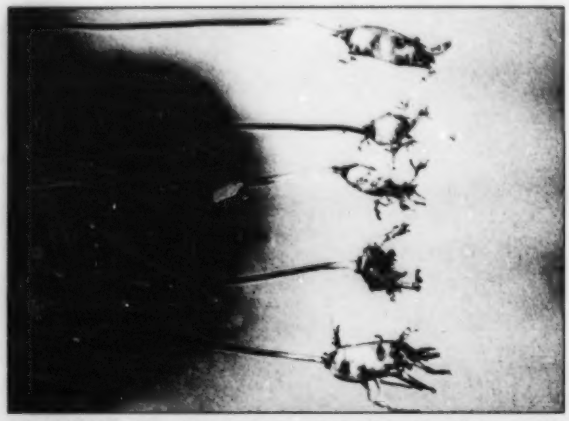


PLANCHE 80. Racines courtaudes de deux ans infectées par *Cylindrocarpon*. À noter les lésions rouille sur le reste de la racine principale et sur les radicelles.

PLANCHE 81. Les plants dont le feuillage se décolore et fane bien avant les autres souffrent en général de maladies de la racine.

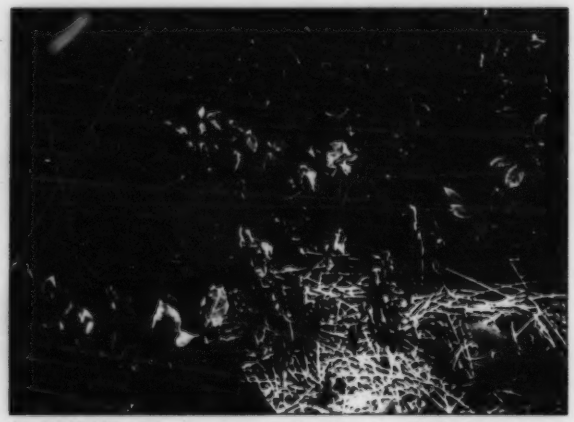


PLANCHE 82. Quand l'infection à *Cylindrocarpon* atteint un stade avancé, les plants commencent à flétrir et à se dessécher. Ce symptôme n'apparaît pas avant que la racine soit presque complètement pourrie.

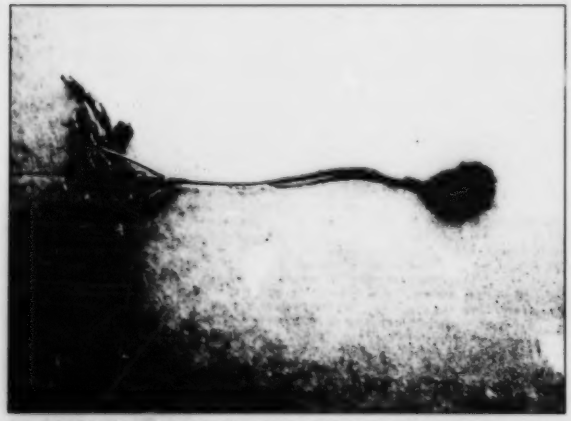


PLANCHE 83. Maladie de « l'évanouissement ». La racine infectée par *Cylindrocarpon* s'est transformée en un chicot noirci. La pourriture est souvent parvenue à ce stade quand les premiers symptômes se manifestent sur la partie aérienne du plant.

PLANCHE 84. Les infections dues à *Cylindrocarpon* commencent fréquemment à la pointe de la racine principale.

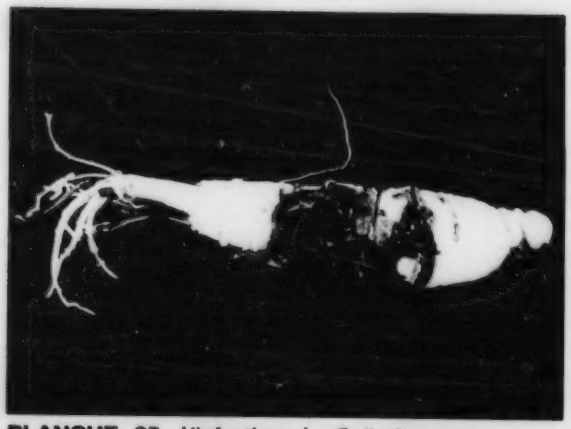


PLANCHE 85. L'infection à *Cylindrocarpon* peut aussi débuter à mi-hauteur sur la racine. À noter l'absence de radicelles.

PLANCHE 86. Les symptômes de la rouille de la racine et des infections dues à *Rhizoctonia* et à *Cylindrocarpon* sont difficiles à distinguer les uns des autres. On n'a trouvé aucun agent pathogène associé à la partie malade de la racine ci-dessus, laquelle a probablement succombé à la rouille de la racine.

PLANCHE 87. Rouille de la racine. À noter la lésion écailleuse de couleur rouille sur cette racine de 4 ans.

PLANCHE 88. Cette image grossie montre les lésions superficielles causées par la rouille de la racine autour du collet. Si les conditions de croissance sont propices, les lésions deviendront plus profondes.

PLANCHE 89. La rhizoctonie peut s'attaquer à des racines âgées. Ses lésions peuvent être confondues avec celles de la rouille de la racine ou d'une infection à *Cylindrocarpon*.

PLANCHE 90. Rouille de la racine sur collet. Cette maladie peut se déclencher quand la température du sol est très basse en hiver parce que le paillage est insuffisant.

PLANCHE 91. Taches foliaires papyracées. À noter la couleur pâle des taches et la texture des tissus qui rappelle le papier. La seule autre maladie qui fait apparaître un symptôme identique est le flétrissement verticillien, mais on ne l'a pas encore signalée en Ontario chez le ginseng.

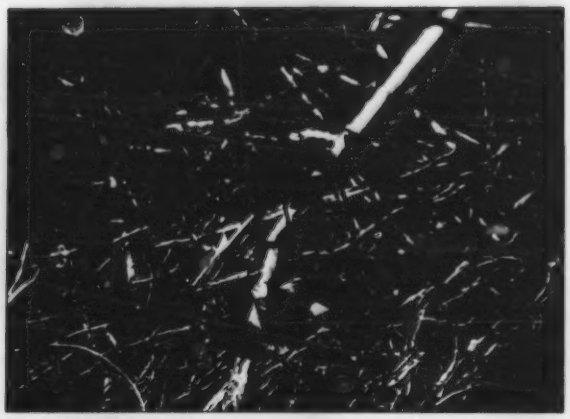


PLANCHE 92. Symptômes d'intoxication par l'ozone et le dioxyde de soufre chez le ginseng. À noter les taches blanches sur les feuilles.

PLANCHE 93. Symptômes d'intoxication par le bore chez le ginseng. À noter le liseré blanc jaunâtre des feuilles. Pour finir, ce liseré deviendra brun.

PLANCHE 94. Lésions causées par des embruns d'herbicide. À noter l'aspect rubanné des feuilles sur les plantules récemment levées. On a trouvé des résidus d'herbicide dans les feuilles et les tiges des plants lésés.

PLANCHE 95. Brûlure foliaire causée par un herbicide. Le pulvérisateur avec lequel on a épandu du Bravo dans cette plantation de ginseng avait servi à épandre du Roundup (glyphosate) dans un champ voisin.

PLANCHE 96. Brûlure foliaire causée par l'épandage d'un mélange en cuve engrais-Dithane dont la teneur en zinc était excessive.

Mesures d'urgence et premiers soins en cas d'empoisonnement par un pesticide

- Il faut connaître les produits chimiques que l'on utilise. Garder sur soi la liste des noms communs de ces derniers en cas d'accident ou d'urgence. Le nom commun est indiqué sur l'étiquette du produit et dans la présente publication. De plus amples renseignements concernant les premiers soins se trouvent sur la fiche signalétique de chaque produit. On peut consulter cette fiche sur le site Web du fabricant du produit ou l'obtenir de son fournisseur.
- Si un pesticide est répandu sur la peau ou les vêtements, enlever les vêtements et laver la peau soigneusement avec de l'eau tiède et du savon.
- Si un pesticide vient en contact avec les yeux, les rincer abondamment avec de l'eau propre pendant 15 minutes. Répéter.
- Si on croit qu'une personne a été intoxiquée par suite d'une exposition à un pesticide (que ce soit par inhalation, ingestion ou contact avec la peau ou les yeux), lire d'abord l'étiquet-te du produit en question, puis prodiguer les premiers soins recom-mandés. Les numéros de téléphone d'urgence figurent sur les étiquettes de chaque produit.
- **Immédiatement après avoir donné les premiers soins recommandés, envelopper la personne dans une couverture ou un manteau et la transporter rapidement à l'hôpital le plus proche. Prendre avec soi la liste des noms communs de pesticides. Signaler ceux qui ont été utilisés.**
- **Si une personne est trouvée inconsciente ou perd connaissance, appeler une ambulance immédiatement.**
- **Pour les mesures d'urgence en cas d'empoisonnement par un pesticide, communiquer avec l'un des centres antipoisons suivants :**

  Toronto 1 800 268-9017 Ottawa (bilingue) 1 800 267-1373
- **Pour des services adaptés, les malentendants peuvent composer le 416 597-0215 (téléimprimeur). Les numéros de téléphone d'urgence figurent au début de chaque annuaire de téléphone Bell.**

Remplir ce qui suit :

Le numéro de téléphone du centre antipoisons le plus près de chez moi est le

_____ - _____

Pour se renseigner sur les publications du ministère ou en obtenir des exemplaires, on peut composer : le 1 888 4-OMAFRA (1 888 466-2372), de n'importe où en Ontario; ou le 519 826-3700, de l'extérieur de la province. Pour les malentendants, le numéro ATME du MAARO est le : (519) 826-7402. On peut aussi adresser sa demande par courrier électronique à : *products@omafra.gov.on.ca* ou visiter le site Web du MAARO à l'adresse *www.gov.on.ca/omafra*.

La liste complète de tous les produits et services du MAARO et les bons de commande nécessaires sont affichés sur le site Web. Les commandes peuvent être envoyées par télécopieur au (519) 826-3633 ou par la poste au Centre d'information du gouvernement, MAARO, 1, chemin Stone Ouest, Guelph ON N1G 4Y2.

Publié par le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario
© Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2001
Toronto, Canada
ISSN 1496-5038
RV 03-01-0,3M